

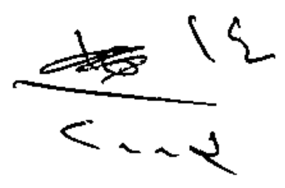
الجامعة الاردنيـــــة
كليـــــة الآداب
قسم الجغرافيـــا

" الجزيرة الحرارية لمدينة عمـــان "

اعـداد
محمود عيسى موسى الناصـــرة

اشـراف
الاستاذ الدكتور نعمان عابد شحـادة

قدمت هذه الرسالة استكمالا لمتطلبات درجة الماجستير
في قسم الجغرافيا بكلية الآداب في الجامعة الاردنيـة
سنة ١٤٠٥ هـ ــ ١٩٨٥م .



شكر وتقديـــــــــر

اتقدم بعظيم الشكر وخالص الامتنان الى استاذي الفاضل الاستـــــاذ الدكتور نعمان شحادة ، الذي كان الموجه في هذه الدراسة ، واعترف له بفضـــل متابعتها حتى خرجت بالصورة التي هي عليها .

واتقدم بالشكر ايضا الى الدكتور حسن ابو سمور ، الذي اشترك فـــي جميع القياسات وتحمل في ذلك كثيرا من العناء ، فله مني جزيل الشكر والامتنـــان ، والدكتور علي عنبر لاشتراكه في بعض قياسات هذه الدراسة ، واخي خليل وابن عمـــي حسين ، لتنقيحهما لنصوصها اللغوية ومشاركتهما في جميع قياساتها .

واتقدم بالشكر ايضا الى جميع أساتذة قسم الجغرافيا في الجامعـــة الاردنية ، وموظفي دائرة الارصاد الجوية واخص منهم المهندس ابراهيم العطيـــوي ، وموظفي امانة العاصمة ودائرة الاحصاءات العامة . والى جميع اعضاء فريق القياســات واخص منهم الزميل فواز جميل وحاتم عمرو وعيسى مناصره وجمعة الحميدات واخيــــه داود وعطاء الصوالحة وعبد الرزاق ابو الليل ، فلهم مني جزيل الشكر والتقدير .

وكما اتقدم بالشكر الى الاخت سهام سلمان من مركز الحاسب الالكترونـــي في الجامعة الاردنية والاخت هناء هندي طابعة هذه الرسالة والدكتور سميح عـــودة والزميل يوسف عبيد والاخت هناء بقيله ، لاشرافهم على اعداد اشكال وخرائــــط هذه الدراسة ، والزميل حامد الخطيب وزهاء عبيدات ومصطفى موسى والمهنـــدس مازن سلمان ، فلهم مني جميعا خالص الشكر والتقدير .

الباحـــث .

الاهـــــــــــــــداء

الـى زوجتـــــي ....

التي اجهـدت نفسهـا وانكرت ذاتهـا ، وكـان لهـا الاثـــر الكبيـر في توجيـه حياتي الاجتماعيـة والاكاديميـة ، وقدمت لـــــــي كـل دعـم مـادى ، وانـارت امامي الطريـق وجنبتني اخطـاء ماكنـــــت لاتخلـص منهـا بغيـر عنايتها واخلاصهـا ...

فاليـك يـا ام محمـد اقـدم هـذه الدراسـة ...

محمود .

مقدمـــــــــــــة

تناولت هذه الدراسة الجزيرة الحرارية لمدينة عمان (Heat island)
وهي دراسة تهدف الى تحديد الآثار التي ادخلتها المدينة على ظروفها المناخيـة وبخاصة زيادة درجة حرارتها عنها في المناطق الريفية المحيطة بها (الجزيـرة الحرارية) ، والتعديلات التي ادخلتها المدينة على الرطوبة النسبية وسرعـة الرياح ، وامكانية الاستفادة من هذه الدراسة في التخطيط ،اعتمادا على النتائـج التي تترتب عليها .

وقد طبقت هذه الدراسة للمرّة الاولى في المنطقة العربية واتبع الباحـث فيها اسلوب التحليل الاحصائي للارتباط بين المتغيرات التي تؤثر على تشكل ظاهـرة الجزيرة الحرارية ، باستخدام بعض الوسائل الاحصائية المتقدمة كنموذج الانحـدار المتعدد الخطوات (Multiple regression) ، لتحديد مدى مشاركة كل متغيـر في تفسير تباين درجة الحرارة في مدينة عمان ، كمّا استخدم في هذه الدراسة ثلاثـة نماذج لاسطح الانحدار (Trend surface) من الدرجة الاولى والثانية والثالثـة ، وذلك لمعرفة نمط التوزيع المكاني لدرجة الحرارة في المدينة .

وكانت مهمة هذا البحث شاقة ، حيث واجهت الباحث عدة مصاعب فـي البداية ، منها قلة توفر الاجهزة بالشكل الكافي ، وعدم توفر الفريق الكفوء للقيـاس ، وكثرة المتطلبات المادية المرهقة ، وصعوبة القياس وبخاصة في الساعات الاولى مـن الصباح ، ولكن بعون من الله ذللت هذه المشاكل ، حيث درب الباحث فريقـا للقياس حتى اصبح على درجة كبيرة من الكفاءة ، ووفرت الجامعة الاردنية مشكـورة وبمساعدة الاستاذ المشرف جميع الاجهزة المطلوبة ، كما تم التنسيق مع الدوائـر الحكومية المختلفة لتسهيل مهمة القياسات المتعددة .

وقد جاءت هذه الدراسة في خمسة فصول :ـ

تناول الفصل الأول التعرف على بعض الآثار التي ادخلتها المدن الكبرى على المناخ وبخاصة الموازنة الاشعاعية والحرارية ، والرطوبة النسبية وسرعة الريـاح ، ثم تناول هذا الفصل ايضا مفهوم الجزيرة الحرارية والدراسات السابقة التي طبقـت في بعض المدن الاوروبية والامريكية ، ثم العوامل الرئيسية التي تساعد على تشكل ظاهرة الجزيرة الحرارية .

وتم الحديث في الفصل الثاني عن اهمية دراسة الجزيرة الحرارية لمدينـة عمان ، ومصادر وطرق جمع بيانات هذه الدراسة ، ووسائل المعالجة الاحصائية لها .

وتناول الفصل الثالث لمحة موجزة عن مناخ الاردن ومدينة عمان ، ثم تناول هذا الفصل ايضا الجزيرة الحرارية لمدينة عمان ، ونمط التوزيع المكاني لدرجة حرارة المدينة صيفا وشتاء .

وتم الحديث في الفصل الرابع عن نتائج نموذج الانحدار المتعدد الخطوات ، الذى استخدم لمعرفة العوامل الرئيسية التي تؤثر على الجزيرة الحرارية لمدينة عمان صيفا وشتاء ، وفي ايام الاسبوع المختلفة ، ثم اجريت بعض المقارنات للجزيرة الحرارية في عمان ، بين يوم الخميس والجمعة وبين النهار والليل ، والصيف والشتاء .

واكتملت الدراسة في الفصل الخامس ، بالحديث عن ابرز التعديلات التي ادخلتها مدينة عمان على الرطوبة النسبية وسرعة الرياح ، ومدى تأثر المدينة بالانقلابات الحرارية في بعض الليالي الباردة .

ثم اوجز الباحث في نهاية هذه الدراسة بعض نتائجها ، وقدّم التوصيات التي تهم مخططي المدينة لاخذها بعين الاعتبار في توفير المناخ الجيد والملائم لحياة الانسان في مدينة عمان .

هذا واني اطمع في ان ينظر الى هذه الدراسة بعين الرضى والتسامح ، فان كنت قد اصبت فذلك ماقصدت ، وان اخطأت ، استفدت من اراء اهل الرأى واصلحت الخطأ ، وانرت الطريق لغيرى من الباحثين في هذا المجال .

والله وحده ولي التوفيق .

الباحث
محمود عيسى المناصرة
عمان في ١٩٨٥/٨/٧

ـ محتوى الرسالـــــة ـ

الصفحـــات

الفصل الثالث

الجزيرة الحرارية لمدينة عمان

الفصل الرابع

العوامل المؤثرة على الجزيرة الحرارية لمدينة عمان

الفصل الخامس

اثر مدينة عمان على الرطوبة النسبية وسرعة الرياح والانقلابات الحرارية

قائمة الجـــــداول

الرقم	موضوع الجدول	الصفحة
٣٣.	المساحة المبنية ونسبتها من المساحة الكلية للمناطق التنظيمية في مدينة عمان عام ١٩٨٥	١١١
٣٤.	اعداد السيارات العاملة على خطوط العاصمة او التي لها مواقف وتنطلق من مدينة عمان عام ١٩٨٥	١١٤
٣٥.	توزيع المساحات المعبدة في مدينة عمان حسب مناطقها الرئيسية لعام ١٩٨٥	١١٨
٣٦.	عدد سكان المناطق الرئيسية لمدنية عمان عام ١٩٨٥	١٢٠ ـ ١٢١
٣٧.	مساحة الفضاء (الخالية من المباني) في مدينة عمان عام ١٩٨٥ .	١٢٢
٣٨.	ملخص نتائج الانحدار المتعدد الخطوات لتأثير العوامل الطبيعية على تباين درجة الحرارة الصغرى في مدينة عمان	١٢٣
٣٩.	ملخص نتائج الانحدار المتعدد الخطوات لتأثير العوامل الطبيعية والبشرية على تباين درجة الحرارة العظمى في عمان	١٢٦
٤٠.	عدد الشوارع المشجرة في مدينة عمان	١٢٧
٤١.	ملخص نتائج الانحدار المتعدد الخطوات لتأثير العوامل الطبيعية على تباين درجة الحرارة العظمى صيفا في مدينة عمان	١٢٩
٤٢.	كمية الاشعة الشمسية المباشرة الساقطة على الاتجاهات المختلفة في عمان في شهر آب	١٣١
٤٣.	ملخص نتائج الانحدار المتعدد الخطوات لتأثير العوامل البشرية على تباين درجة الحرارة العظمى في مدينة عمان	١٣٣
٤٤.	العوامل المؤثرة على درجة الحرارة العظمى حسب معامل ارتباطهما	١٣٥
٤٥.	ملخص نتائج الانحدار المتعدد الخطوات لتأثير العوامل الطبيعية والبشرية على تباين درجة الحرارة لمدينة عمان يوم الجمعة	١٣٦
٤٦.	ملخص نتائج الانحدار المتعدد الخطوات لتأثير العوامل الطبيعية لوحدها والبشرية لوحدها على تباين درجة الحرارة ليوم الجمعة ..	١٣٨
٤٧.	اثر بعض استعمالات الارض في مدينة عمان على تباين درجة حرارتها	١٣٩
٤٨.	زيادة معدل الرطوبة النسبية العظمى لاطراف مدينة عمان عنها في وسطها	١٤٤
٤٩.	اهم العوامل التي تؤثر على الرطوبة النسبية في مدينة عمان ساعات الصباح الاولى شتاء	١٤٦
٥٠.	زيادة معدل الرطوبة النسبية العظرى لاطراف مدينة عمان عنها في وسطها	١٤٨
٥١.	اهم العوامل التي تؤثر على الرطوبة النسبية في مدينة عمان بين الساعة الثانية والثالثة ظهرا في الصيف	١٤٩
٥٢.	معامل الارتباط بين سرعة الرياح وبعض العوامل التي تؤثر عليها في الساعة الثانية والثالثة ظهرا بتاريخ ١٧/٨/١٩٨٤	١٥٠
٥٣.	معامل الارتباط بين سرعة الرياح وبعض العوامل التي تؤثر عليها بين الساعة الثالثة والنصف والرابعة والنصف صباحا بتاريخ ٢١/١/١٩٨٥	١٥١
٥٤.	درجة الحرارة المقاسة في مدينة عمان بين الساعة الرابعة الى الخامسة صباحا ، بتاريخ ٨/٢/١٩٨٥ و ١/٣/١٩٨٥	١٥٣ ـ ١٥٤

قائمة الاشكـــــــــال

الرقم	الشكـــــــــل	الصفحـة

الرقم	الشكـــــــل	الصفحـة
٥٥.	العلاقة بين البعد عن مركز مدينة عمان ودرجة الحرارة العظمى والصغرى	١٤١
٥٦.	العلاقة بين نسبة المساحة المبنية ودرجة الحرارة العظمى والصغرى في مدينة عمان	١٤٢
٥٧.	العلاقة بين الكثافة السكانية ودرجة الحرارة العظمى والصغرى في مدينة عمان	١٤٣
٥٨.	الرطوبة النسبية لمدينة عمان بين الساعة الثالثة والنصف والرابعة والنصف صباحا ، بتاريخ ١٩/١٢/١٩٨٤.............	١٤٥
٥٩.	الرطوبة النسبية لمدينة عمان بين الساعة الثانية والثالثة ظهرا بتاريخ ٨/٨/١٩٨٤	١٤٧
٦٠.	انعكاس حراري في مدينة عمان بين الساعة الرابعة والخامسة صباحا بتاريخ ٨/٢/١٩٨٥	١٥٥
٦١.	انعكاس حراري في مدينة عمان بين الساعة الرابعة والخامسة صباحا بتاريخ ١/٣/١٩٨٥	١٥٦
٦٢.	العلاقة بين الارتفاع عن سطح البحر ودرجة الحرارة الصغرى في مدينة عمان (انقلابان حراريان)	١٥٨

الفصـــــــــل الأول

أثر المدن على المنـــاخ

أ ـ أثر المدن على بعض عناصر المناخ :ـ

ادخل الانسان تعديلات كبيرة على مناخ المدن ، وذلك عن طريـــــق زيادة حرقه للوقود ، ورفعه لنسبة الشوائب . وكان من ابرز النتائج التي ترتبت علـــى ذلك هو تناقص ما يصل سطح الارض من الاشعاع الشمسي ومعدل ما يهرب الى الفضـــاء من الاشعاع الارضي ، ويمكن توضيح ابرز التعديلات التي ادخلها الانسان علـــى مناخ المدن في النقاط التالية :ـ

١ . أثر المدن على الموازنة الاشعاعية :ـ

ادخلت المدن الكبيرة تعديلات ملموسة على موازنتها الاشعاعية ، ويتضح ذلك من تحليل المعادلة التالية [١] :ـ

$$Rn = (Q + q)(1 - \alpha) + I\downarrow - I\uparrow$$

حيث تعني مدلولات الرموز ما يلي :ـ

- Rn = صافي الاشعة الشمسية .
- Q = الاشعة المباشرة قصيرة الموجات .
- q = الاشعة المنتشرة قصيرة الموجات .
- α = معامل انعكاس الاشعة .
- I↓ = الاشعة الطويلة الموجات الواصلة الى سطح الارض .
- I↑ = الاشعاع الارضي .

فلقد اشارت بعض الدراسات الى ان ما يصل من الاشعاع الشمسي (Q+q) الى المدن يقلّ عما يصل الى الريف ، بنسبة تتراوح ما بين ١٠٪ الى ٢٠٪ ، ولعل السبب الرئيسي في ذلك : هو ان هواء المدن الملوث يعمل على امتصاص جزء كبير من ذلك الاشعاع ، بينما ينتشر في الهواء جزء آخر ، فقد وجد (Rouse سنة ١٩٧٣) ان ما يصـــل من الاشعاع الى المنطقة الصناعية في مدينة هاملتون (Hamilton) يقل بنسبـــة ١٢٪ عن المناطق الريفية المحيطة بها ، ووجد بترسون وفلو (Peterson & Flow) عـــام ١٩٧٨ ان الاشعاع الشمسي الذى يصل مدينة لوس انجلوس يقل بنسبة ٦٪ الـــى ٨٪ حتى عندما يكون الجو صافياً .

---

١ . Fuggle, R.F. & Oke, T.R., 1973, Infra-red flux divergence and the urban heat island, Technical note, No. 108, p.72, (World Meteorological Organization Geneva.).

وقد وجد لاندسبرغ (Lands berg) في دراسته لمدينة شيكاغو عام ١٩٧٠ ان التناقص قد بلغ ١٥٪ بسبب ارتفاع نسبة التلوث في الهواء (١). وقد قام كل من زدنكووسكي و ويتش (Zdunkowski & wetch) عام ١٩٧٦ بدراسة لتحديد اثر تلوث الهواء والرطوبة النسبية على مايصل الى المدن من الاشعة الشمسية، فأظهرت دراستهما ان الاشعة الشمسية التي تصل الى المدينة تقل بنسبة ١٢٪ عندما يكون التلوث الجوى كبيراً والرطوبة النسبية ٤٠٪، اما عندما تزد الرطوبة النسبية الى ٩٥٪ فان ٥٢٪ فقط من الاشعة الشمسية تتمكن من الوصول الى سطح المدينة (٢).

وتعتمد نسبة الاشعة طويلة الموجات (I↓)، التي تصل المدن، على نسبة تلوث الهواء والرطوبة النسبية، فقد اثبتت دراسات فوجل وأوكي (Foggle & Oke) عام ١٩٧٣ أن مايصل المدن من تلك الاشعة يزيد عمّا يصل الريف بنسبة تتراوح مابين ٢٪ الى ٢٥٪، في حين دلت دراسة قام بها وتبي وآخرون لمدينة لوس انجلوس عام ١٩٧٢، على ان زيادة هذه الاشعة قد بلغت حوالي ١٤٪، عندما كان تركيز الشوائب الملوثة في الهواء ٠ ذرة/ سم٣، بينما ارتفعت هذه النسبة الى ٦٠٪، عندما زادت نسبة تركيز الشوائب الى ١٠ ذرة / سم٣.

اما فيما يتعلق بتأثير الرطوبة النسبية، فقد دلت دراسات فوجل وأوكي على ان الاشعة الجوية قد ازدادت بنسبة ١٠٪، عندما كانت الرطوبة النسبية ٤٠٪، وبلغت ٣٥٪ عندما ارتفعت الرطوبة النسبية ٩٥٪. ومن كل ذلك يمكن القول ان (I↓) تزيد في المدن عنها في الريف، وتكون في النهار اكثر منها في الليل.

اما الاشعاع الارضي طويل الموجات (I↑)، فان من المعتقد ان ارتفاع درجة حرارة المدن تودى الى زيادة انبعاثه، فالعلاقة بينه وبين حرارة السطح المشع هي علاقة طردية، وذلك وفقاً لقانون ستيفن وبولتزمان الذى ينص على أن معدل الاشعاع من اى سطح يتناسب مع درجة حرارته المطلقة مرفوعة الى القوة الرابعة (٣).

---

١. Matson, M., et-al, 1978, Satellite detection of urban heat island, Monthly weather review, Vol. 106, No. 12, p. 1725.

٢. Estournel, C.,et-al, 1983, Observations and modeling of down ward radiative / Fluxes solar and in frared in urban / Rural areas, Journal of climate and Applied meteorology.Vol.22,No.1,pp. 134-141.

٣. نعمان شحادة، علم المناخ، عمان، ١٩٨٣، ص٨٦.

وفيما يتعلق بـ (ه ـ ١) فقد وجد ان معامل انعكاس الاشعة في المدن ، اقل بـ ١٠٪ عنه في الريف ، ويرجع ذلك الى ارتفاع الطاقة الامتصاصية للاشعة في المدن (١) . واهم المتغيرات الموجودة في المدن التي تؤثر على معامل الانعكاس هي :ـ

أ ـ لون المواد التي تبنى منها المساكن ونوعها .
ب ـ عرض الشوارع ، والمساحة المعبدة منها .
جـ ـ ارتفاع المباني ومدى اقترابها او ابتعادها عن بعضها البعض .

وتشير بعض الدراسات الى ان معامل الانعكاس يزيد في المدينة عنه في الريف ، وهذا ما أكده تيرجنج (Terjung) عام ١٩٧٠ ، من خلال مقارنته بين مدينة لوس انجلوس وريفها (٢) حيث توصل الى أن معامل الانعكاس في المدينة صيفاً يكون مرتفعاً عنه في الريف ، وعزا السبب في ذلك الى قلة الغطاء النباتي الذى إستبدل بالمنشآت الاسمنتية ومواد اخرى ذات معامل الانعكاس المرتفع، ويتفوق الريف على المدينة في الشتاء بسبب سرعة ذوبان الثلج في المدن ، نتيجة ارتفاع درجة حرارتها بالمقارنة مع الريف (٢) . وقد أجريت دراسات عديدة لتحديد طبيعة العلاقة بين عرض الشوارع ومعامل الانعكاس في المدينة ، مثل دراسة أيدا (Aida) عام ١٩٨٢ في مدينة طوكيو ، وذلك لمعرفة اثر عرض الشوارع على معامل الانعكاس ، وقد توصل الى أن معامل الانعكاس للشوارع الفرعية اعلى مما هو عليه في الشوارع الرئيسية ، وقد عزا ذلك الى اختلاف المساحة المعبدة بين النوعين من هذه الشوارع ، حيث تتفوق الرئيسية منها على الفرعية في هذه المساحة ، وما يترتب على ذلك من ارتفاع الطاقة الامتصاصية للاشعة كلما زادت المساحة المعبدة ، كما ان الشوارع الفرعية تتأثر بظلال المباني القريبة منها ، والتي تعمل على تقليل الاشعة الشمسية الواصلة اليها . ويعتبر ذلك مهماً في عملية تخطيط المدن ، وخاصة في المناطق الباردة ، حيث يُفضل ان تكون الشوارع عريضة بحيث تمتص اكبر قدر ممكن من الاشعة الشمسية لتعجيل ذوبان الثلج في الشتاء الامر الذى يؤدى الى التقليل من تكاليف استهلاك الطاقة لاغراض التدفئة (٣) . اما في العروض الحارة والقريبة من خط الاستواء يجب ان تكون

---

١. Fuggle, R.F. & Oke, T.R., Op. Cit, p. 72.
٢. Terjung, W.H., 1970, Urban energy balance Climatology, The Geographical Review, Vo.Ix, pp. 31-32.
٣. Aida, M., 1982 , Urban Albedo as afunction of the urban structure - Atwo dimensional namerical simulation. Boundary layer Meteorology.

الشوارع ضيقة والمباني متقاربة كي تحمي بعضها من اشعة الشمس [١].

٢٠ اثر المدن على الموازنة الحرارية :-

ادخلت المدن تعديلات كثيرة على الموازنة الحرارية فيها ، وقد نتجت بعضها من التعديلات التي سبق ذكرها على الموازنة الاشعاعية ، كما ان زيادة نشاطات الانسان المختلفة قد اثرت هي الاخرى على الموازنة الحرارية ، فالتوسع العمراني ، وازدحام وسائل المواصلات ، وتعبيد الشوارع ، وزيادة خشونة السطح ، كلها امور تساعد على زيادة القدرة الامتصاصية للمواد التي تبنى منها المساكن مما يؤدي ذلك الى ارتفاع درجة حرارة المدينة عنها في الريف .

وتتضح التعديلات التي ادخلها الانسان على الموازنة الحرارية من خلال تحليل المعادلة التالية والتي تمثل الموازنة الحرارية للمدن [٢] :

$$Rn = LE + H + G - AH.$$

حيث ان مدلولات الرموز تعني كما يلي :-

Rn = صافي الاشعة .
LE = الحرارة الكامنة للتبخر .
H = ماينتقل الى الغلاف الجوي من حرارة محسوسة .
G = صافي الحرارة المكتسبة والمختزنة في الابنية والشوارع والساحات .
AH = مجموع الحرارة الناتجة عن التصنيع والاحتراق في المدن .

اثبتت الكثير من الدراسات التي قام بها كل من تيرجنج لمدينة لوس انجلوس عام ١٩٧٠ ، ومون (Munn) لمدينة نيويورك عام ١٩٦١ ، وتيبر (Tapper) وزملاؤه لمدينة (Chirstchurch) عام ١٩٧٩ ، ان مايُستغل من الطاقة الشمسية في عملية التبخر في المدن (LE) ، هو جزء بسيط لا يزيد عن ١٪ من مجموع صافي الاشعة التي تصل تلك المدن .

---

١٠ حيدر عبد الرزاق كونة ، علم المناخ وتصميم المساكن والعمارات في المدن ، مجلة بلدي ، السنة ٢ ، العدد ٨ ، تشرين الثاني ، ١٩٨٣ ، ص ٢٤ .

٢٠ Tapper, N.T., & Tyson, P.D., et-al., 1981, Modeling the winter Urban heat island over Christchurch, New Zealand, Journal of Applied Meteorology, Vol. 20, No. 4, pp. 365 - 376.

وقد اشار مون الى ان قلة رطوبة السطح في نيويورك نتيجة رصف الشوارع والساحات ومدّ شبكة المجارى ، من شأنه ان يقلّل من كمية الطاقة التي تُستخل في عملية التبخر ، وزيادة الطاقة المنقولة الى الجوعلى شكل حرارة محسوسة (H) ، واختزان الجزء الباقي من قبل سطح المدينة (G) . وقد قارن بين الموازنة الحرارية في المدينة والمناطق الريفية المحيطة بها ، فتوصل الى ان اهم التعديلات التي ادخلها الانسان على موازنة المدينة هي (١) :-

أ - زيادة الحرارة المنبعثة من نشاطات الانسان المختلفة .
ب - تقليل كمية الرطوبة لسطح المدينة .
ج - تلوث هواء المدينة .

ان صافي الاشعة الشمسية التي تصل الى الريف يكون اكبر مما هو عليه في المدينة ، كما ان الجزء الذى يُستغل في عملية التبخر يزداد في الريف عنه في المدينة ، في حين تتفوق المدن على الريف في كمية الحرارة المحسوسة والمختزنة . فقد اشار تيرجنج الى ان ماينبث الى الجو من حرارة محسوسة من مركز مدينة لوس انجلوس نهارا ، قد بلغت ٠٣ر٠ كالورى / سم ٢ / الدقيقة ، في حين بلغت في الضواحي حوالي ٠١ر٠ كالورى / سم ٢ / الدقيقة ، اما ليلا فقد زادت هذه الحرارة في المدينة وبلغت ٠٧ر٠ كالورى / سم ٢ / الدقيقة (٢) ، ويعود سبب ذلك الى ماتبثه المباني من حرارة كانت قد اختزنتها خلال النهار ، الامر الذى يؤكد لنا ان تأثير المدن على زيادة درجة الحرارة الصغرى اكثر من تأثيرها على درجة الحرارة العظمى .

وقد وجد تيير وزملاؤه ان مدينة (Christchurch) تبث الى الجو خلال الشتاء حوالي ٦٤٪ من الطاقة الشمسية الواصلة اليها ، بينما تبلغ هذه النسبة في الريف حوالي ٢٦٪ ، ففي حين يُخزّن سطح المدينة ٣٦٪ من الطاقة الشمسية ، نجد الريف يُخزّن ٣٣٪ ، اما الجزء الذى يُستغل في عملية التبخر في المدينة فهو شيء لايذكر مقارنة مع الريف الذى يستغل ٤٠٪ من الطاقة الشمسية

---

١. Bornstein, R.D., 1968, Observations of urban heat island effect in New York City, J. Appl. Met, Vol. 7, No.4, p. 575.

٢. Morgan, D. et-al, 1977, Microclimates within and urban area, ANNALS of Association of American Geographers, Vol. 67, No.1, p. 64.

الواصلة الى السطح في عملية التبخر [١] . اما تأثير الحرارة المنبعثة من نشاطات الانسان المختلفة (AH) على الفرق في درجة الحرارة بين المدينة والريف ، فهو اوضح في الشتاء منه في الصيف ، ويرجع ذلك الى كثرة استهلاك الوقود في المصانع والمنازل والسيارات ، حيث يزود المدينة — في بعض ايام الشتاء — بكمية من الطاقة تزيد عن نصف الطاقة التي تحصل عليها من الاشعاع الشمسي . اما في الصيف فيقل استهلاك الطاقة ، ويصبح الاشعاع الشمسي هو المصدر الرئيسي لها في الريف والمدينة على حد سواء [٢] .

وقد وجد كراتزير (Kratzer) في دراسة قام بها لمدينة نيويورك عام ١٩٥٧ ، ان معدل ماينبعث من الحرارة سنويا بفعل الاحتراق يبلغ حوالي ٨ر٢ × ١٠^٣ كالوري ، تساهم المنازل بـ ٧٧٪ منه والباقي تتقاسمه المصانع والسيارات والبواخر . كما ان الاحتراق خلال فصل الشتاء في مدينة مونهاتن (Monhattan) ينجم عنه حرارة قدرت بـ ٢٩ر٠ كالورى / سم ٢ / الدقيقة اى اكثر بـ ٢٥٠٪ من الطاقة التي تحصل عليها مدينة لندن من الاشعاع الشمسي والبالغة ١١٤ر٠ كالورى / سم ٢ / الدقيقة ، في حين ان الحرارة الناجمة عن الاحتراق في المدينة (مونهاتن) خلال فصل الصيف هي ٢٠٪ مما هي عليه في فصل الشتاء [٣] .

وقد وجد كل من غرانيت (Granett) وباخ (Bach) عام ١٩٦٥ ، ان مصادر الاحتراق في مدينة شيفيلد (Sheffield) تُنتج طاقة حرارية سنوية تصل الى ٦ر١٤ كيلو كالورى / سم ٢ / سنويا ، علما بأن صافي الاشعة الشمسية التي تصل المدينة لاتزيد على ٣ر٤٢ كيلو كالورى / سم ٢ / سنويا ، اى ان الطاقة الحرارية الناجمة عن الاحتراق تساوى ٥ر٣٤٪ من الطاقة التي تحصل عليها المدينة من الاشعاع الشمسي [٤] .

---

١. Tapper, N.J., Op. Cit, p. 370.

٢. نعمان شحادة ، علم المناخ ، مرجع سابق ، ص ١٢١ .

٣. Bornstein, R.D., Op. Cit, p. 515.

٤. Oke, T.R., & Hanell, F.G., 1970, The form of the urban heat island in Hamilton, Canada, <u>Technical note</u>, No. 108, p. 116.

٣. اثر المدن على الرطوبة النسبية :ـ

تتميز المدن عن الريف بانخفاض رطوبتها النسبية ، وارتفاع رطوبتها المطلقة ، ويرجع ذلك الى الاسباب التالية :ـ

١. ارتفاع درجة الحرارة في المدن عنها في الريف ، فمن المعروف ان العلاقة بين الرطوبة النسبية ودرجة الحرارة هي علاقة عكسية ، بينما تكون العلاقة طردية مع الرطوبة المطلقة .

٢. قلة النتح والتبخر في المدينة عنه في الريف ، ويرجع ذلك الى انخفاض نسبة الغطاء النباتي واتساع المساحات المرصوفة .

وتشير بعض الدراسات التي قام بها شانقنون (Changnon) عام ١٩٧٤ ، الى ان معدل الرطوبة النسبية يقل بحوالي ٦٪ في المدينة عنه في الريف ، حيث يصل هذا الفرق الى ـ ٢٪ في الشتاء ، والى ـ ٨٪ في الصيف (١) .

ويتضح اثر المدن على الرطوبة النسبية من المعادلة التالية التي تبين الموازنة العامة للرطوبة (٢) :ـ

$$\Delta S = C + E - P - \Delta C$$

حيث تعني الرموز مايلي :ـ

ΔS = صافي رطوبة الهواء .
C = بخار الماء المحرر من الاحتراق للاغراض المختلفة .
E = التبخر والنتح .
P = التكاثف .
ΔC = صافي معدل التبادل الافقي للرطوبة .

وقد توصلت كريمان (Kreman) في دراستها لمدينة شيكاغو عام ١٩٧١ ، ان هواء المدينة في الصيف اكثر رطوبة في الليل عنه في الريف ، فقد عزت ذلك الى قلة حدوث الندى في المدينة ، بينما يتفوق الريف على المدينة في ذلك نهارا بسبب ارتفاع كمية النتح والتبخر في الريف عنه في المدينة ، اما في الشتاء فان الرطوبة

---

١. Oke, T.R., 1975, Inadverient modification of the city Atomosphere and the prospects for planned urban Climates, WMO, No. 444, p. 170.

٢. WMO, 1974, Review of urban climatology 1968 - 1973, Technical note, No. 134, pp. 58 - 60.

النسبية تزيد في المدينة عنها في الريف ، بسبب زيادة بخار الماء المحرّر عن طريق الاحتراق في المدينة ، وقلة حدوث النتح والتبخر في الريف شتاء ، اذ تكون النباتات في دور السكون (١) .

ان اكثر المناطق التي تقل فيها الرطوبة النسبية هي وسط المدينة خاصة في فصل الصيف ، حيث تقل الاشجار ، وترتفع درجة الحرارة ، وتزداد المساحات المرصوفة والمعبدة ، بينما تزداد الرطوبة بالابتعاد نحو الاطراف والاقتراب من الريف (٢) .

٤. اثر المدن على سرعة الرياح :-

اثبتت دراسات اوكي ان معدل سرعة الرياح في المدن اقل مما هي عليه في الريف بحوالي ٢٥٪ ، وهذا الفرق اكبر في الصيف (- ٣٠٪) منه في الشتاء (- ٢٠٪) ، كما تبين ان المدن تعمل على تغيير اتجاه الرياح بحوالي ١٠ - ٢٠ درجة . وتبين من دراسة قام بها شاندلير (Chandler) عام ١٩٦٥ لمدينة لندن ، ان خشونة السطح في المدينة تعمل على تخفيض سرعة الرياح الشديدة ، اما الرياح الخفيفة فان سرعتها تزداد نتيجة الاضطراب او المزج لهواء المدينة (Turbulence) خاصة في ساعات الظهر (٣) .

وابرز العمليات التي تؤثر على سرعة الرياح في المدن هي التهيج الحراري (Thermal Turbulence) والميكانيكي (Mechanical Turbulence). وينتج التهيج الحراري بسبب اختلاف طبيعة السطح ولونه ، فتعمل الشوارع المعبدة واسطح المنازل المغطاه بالقار على امتصاص معظم الاشعاع الشمسي الذى يصل اليها ، عندئذ تتكون طبقة هوائية سطحية ساخنة غير مستقره (متهيجة) تكثر فيها التيارات الهوائية الصاعدة التي يقابلها تيارات هوائية اخرى هابطة ، تكون اقل حرارة واكثر سرعة من التيارات الصاعدة ، حيث يرافق ذلك انتقال الرطوبة والحرارة وقوة الدفع ، والتي من شأنها زيادة الحركة الافقية للهواء على شكل رياح خفيفة تهب في الساعات

---

١. Technical note, No. 134, Ibid, pp. 58 - 60.

٢. لمزيد من التفصيلات ، انظر :

Oke, T.R., 1975, Op. Cit, p. 170.

Lawerce, E.N., 1971, Urban Clime and day of the week, Atmospheric Environment, Vol. 5, pp. 935-948.

٣. Technical note, No. 134, Op. Cit, pp. 67 - 68.

الاولى من الصباح ، وتنشط تدريجيا بازدياد سمك هذه الطبقة وخاصة بعد الظهر ، حيث تبدأ هذه الرياح تخف تدريجيا عند المساء (١) .

اما التهيج الميكانيكي فينتج عن ازدياد خشونة السطح ، حيث تكثر المباني العالية ، التي تشكل عوارض وعقبات تعترض طريق الرياح ، فاذا ما اصطدمت بها ، جعلتها ترتفع الى اعلى لتصبح الطبقة السفلى من الهواء عندئذ متهيجة . وقد دلت كثيرا من الدراسات على ان انخفاض سرعة الرياح تعمل على زيادة درجة الحرارة في المدن عنها في الريف ، فكلما زادت سرعة الرياح قلت درجة الحرارة العظمى وزادت درجة الحرارة الصغرى * (جدول ١) (٢) .

جدول (١) اثر سرعة الرياح على درجة الحرارة في المدن صيفا .

سرعة الرياح عقدة	الحرارة العظمى م°	الحرارة الصغرى م°	المدى عقدة	حساسية الحرارة لسرعة الرياح النهار م°	الليل م°
٢	٣٨٫٥	٢٢٫٩	٢ ــ ٤	ــ٧ ر١	٤ ر٠
٤	٣٦٫٨	٢٣٫٣	٤ ــ ١٠	ــ٣٠ر١	١٣ر٠
٦	٣٣٫٧	٢٣٫٧	١٠ــ٢٠	ــ٥ ر٠	٠٨ر٠
٨	٣١٫٢	٢٤٫١	٢٠ــ٤٠	ــ٣٥ر٠	٠٥ر٠
١٠	٢٧٫٧	٢٤٫٦			

يستنتج من الجدول السابق ان درجة الحرارة في المدن اكثر حساسية اتجاه سرعة الرياح الخفيفة ، ففي دراسة لمدينة (Calgary) في كندا عام ١٩٧٦ ، وجدّ ان زيادة خفيفة في سرعة الرياح خاصة عند بداية الهبوب تؤدى الى فقدان الجزيرة الحرارية لـ ٤٠٪ من قيمتها الحقيقية (٣) .

---

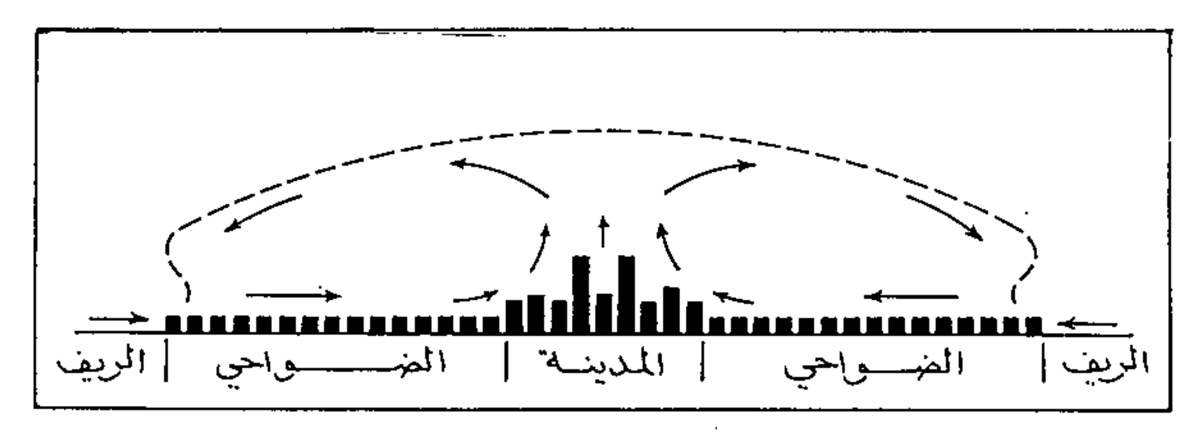
١. نعمان شحادة ، ميترولوجية التلوث ، ١٩٧٨ ، ص ١٠ .

* كلما زادت سرعة الرياح احيانا فانها تؤدى الى ارتفاع درجة الحرارة الصغرى ، اذ تعمل الرياح على منع الهواء من الالتصاق بسطح الارض مدة كافية ليبرد .

٢. Myroup, L.O., 1969, Anumerical model of the urban heat island, Journal of Applied Meteorolgy, Vol. 8, No. 6. 915.

٣. Nkemdirn, L.C., 1980, Caldair drainge and temperature field in an urban environment, Atmos, Envir, Vol. 14, No. 3, pp. 375 - 381.

ويؤدى ارتفاع درجة الحرارة في المدينة عنها في الريف الى هبوب الرياح في الايام الهادئة والخالية من تأثير المنخفضات الجوية ، من الريف الى المدينة ، حيث تسخن هناك ، فترتفع الى اعلى عائدة مرة اخرى الى الريف وهكذا (شكل ١) .



شكل - ١ - الدورة المحلية للرياح بين المدينة والريف

(عن Oke، ١٩٧٥، ص١٧٢)

ب - الجزيرة الحرارية :-

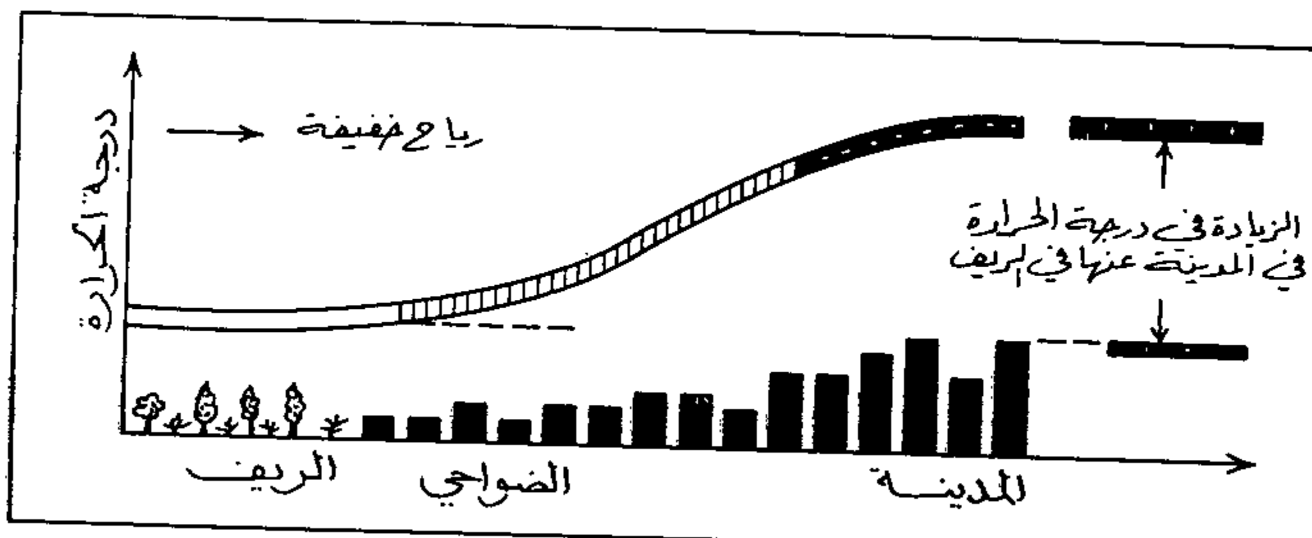
ادخل الانسان تعديلات كثيرة على الظروف المناخية لبيئته المحلية ، وقد تجسدت تلك التعديلات في المدن الكبرى فيما يعرف بالجزيرة الحرارية (Heat Island) ، فما هي الجزيرة الحرارية والدراسات السابقة التي تناولتها من جهة ، وماهي العوامل التي تؤثر فيها من جهة اخرى ؟ ويتضح لنا ذلك فيما يلي :-

١ . مفهوم الجزيرة الحرارية :-

ان المقصود بتعبير الجزيرة الحرارية هو زيادة درجة الحرارة - خاصة الصغرى - في المدن عنها في الريف ، فقد استطاعت بعض المدن ، بفعل نشاطاتها المختلفة ، كازدحام سكانها ومبانيها ، وارتفاع نسبة المساحات المعبدة فيها ، وكثرة وسائل مواصلاتها ان تعدل خصائص المناخ الخاص بها ، بحيث تظهر تلك المدن على الخرائط المحلية لدرجة الحرارة على شكل مراكز شذوذ حراري موجب ، يطلق عليه اسم الجزيرة الحرارية ، ذلك لانها تمثل مناطق محلية تختلف في درجة حرارتها عن المناطق المحيطة بها [١] (شكل ٢) .

---

١ . نعمان شحادة ، علم المناخ ، مصدر سابق ، ص ١٢٠ .



شكل - ٢ - رسم بياني يوضح المقصود بالجزيرة الحرارية (عن WMO، ١٩٨٤، ص٤)

٢ . الدراسات السابقة :ـ

درست الجزيرة الحرارية منذ ما يزيد على قرن ونصف من الزمن ، عندما اشار هوارد (Howard) عام ١٨٣٣ الى أن معدل درجة الحرارة في مدينة لندن يزيد ١ر١ درجة مئوية عنه في ضواحيها ، وتبلغ هذه الزيادة ذروتها في الليل وتصل الى ٢ر١ °م ، وينعكس الوضع احيانا في النهار حيث تكون المدينة ابرد من ضواحيها بـ ٢ر٠ °م نتيجة زيادة تلوث هوائها بالشوائب والاوساخ والغازات مما يؤدي الى قلة وصول الاشعة الشمسية الى سطحها ، كما اشار هوارد ايضا الى ان تأثير المدينة على درجة الحرارة الصغرى يكون اكثر من تأثيرها على درجة الحرارة العظمى وان تأثيرها على الحرارة في الشتاء اكثر منه في الربيع والصيف [١].

تعد هذه النتائج جوهر الدراسات الحديثة واساسها ، فقد توصل شاندلير (Chandler) في دراسته لمناخ لندن عام ١٩٦٢ ، الى نتائج مشابهة لما توصل اليه هوارد . لقد درست الجزيرة الحرارية لمدن كثيرة في العالم ، كدراسة لاندسبيرغ (Land sberg) لمدينة واشنطون عام ١٩٥٦، ودراسة ويلفريد باخ (Wilferd Bach) لمدينة شيفيلد (Sheffield) عام ١٩٦٣ ، ثم تعددت الدراسات بعد ذلك وشملت العديد من مدن العالم

واصبح تعبير الجزيرة الحرارية مرادفا بل واساسيا في اية دراسة تفصيلية للمناخ في المدن (Urban micro climat) . وبالرغم من تشابه معظم نتائج هذه الدراسات ، الآ انها اختلفت في ذكر الاسباب الحقيقية والكامنة وراء تشكل هذه الظاهرة ، فبعضها يُرجع السبب الى ازدحام السكان (لاندسبيرغ عام ١٩٥٦) وبعضها يعزي السبب الى كثرة المصانع ووسائل المواصلات وزيادة ماتستهلكه البيوت من مصادر الطاقة المختلفة (هوارد) ، في حين أُعتبر تلوث هواء المدينة بالغازات المختلفة خاصة ثاني اكسيد الكربون ، السبب الرئيسي في زيادة درجة حرارة المدينة عن المناطق المحيطة بها (Chandler ، ١٩٦٢) ، وقد ربط بورن شتاين (Bornstein) عام ١٩٦٨ ، هذه الظاهرة بقلة النتح والتبخر في المدينة (وخاصة في وسطها) نظرا لقلة النباتات ورصف الشوارع والطرقات ومد شبكات المجاري .

---

١ . Myroup, L.O., Op. Cit, p. 916.

اما بتويلر (Bettwiller) فذكرعام ١٩٧٠ ان الاسباب الرئيسية لهذه الظاهرة هي امتداد مساحة المدينة وزيادة كثافتها السكانية وتركز معظم الصناعات بها [١] . وهكذا ومهما اختلفت الاسباب ، يمكن القول ان زيادة السكان وتركز الصناعات في المدن منذ عام ١٩٤٠ ادى الى زيادة الشذوذ الحراري الموجب [٢] فيها ، واستطاعت ان تصنع لنفسها مناخاً خاصا بها ، وتتفوق في درجة حرارتها على المناطق المحيطة بها ، وفي ذلك يقول ميتشيل (Mitchell) : " ان المدن الكبرى قد تكون العامل المغير في حالة المناخ المحلي ، انكثرة عدد سكان المدينة ، وتعدد مبانيها ، وكثرة السيارات التي تجرى في شوارعها ، وزيادة عدد المداخن التي تتوج مبانيها ، وتلوث هوائها بالاتربة والدخان والغازات ، كلها امور تساعد على رفع درجة حرارتها بصورة اكبر من المناطق المجاورة لها ، وهكذا يتكون مايسمى بالجزيرة الحرارية " [٣] . ولكن على مايبدو ان الجزيرة الحرارية لاتقتصر على المدن الكبرى فقط ، بل ان كومة صغيرة من البيوت (مهما قل عددها) تكفي لان يتشكل لها جزيرة حرارية .

٠٣ العوامل المؤثرة على الجزيرة الحرارية :ـ

تعتمد الجزيرة الحرارية في تشكلها على عوامل عدّة ، تؤثر على معدل الاختلاف في درجة الحرارة بين الريف والمدينة ، واهم هذه العوامل هي :ـ

١٠ حجم المدينة وطبيعة تركيبها وبناؤها .
٢٠ الحرارة والغازات المنبعثة من نشاطات الانسان فيها .
٣٠ الكثافة السكانية .
٤٠ استعمالات الارض (Land use).
٥٠ الخصائص الطبوغرافية والمناخية .

اولا : حجم المدينة وطبيعة تركيبها وبناؤها :ـ

تختلف المدن عن الريف بكثرة المباني والاماكن المعبدة والمرصوفة ذات القدرة الامتصاصية العالية لمعظم المواد التي تبنى منها تلك السطوح ، حيث تعمل

---

٠١ Bettwiller, J., 1970, Deep Soil temperature trend and urban effects at Paris, Journal of Applied Meteorology, Vol. 9, p. 178.

٠٢ بلغ اعلى شذوذ حراري موجب في مدن العالم حوالي ١٢ °م لمدينة مونتريال (Montreal) عام ١٩٧١ . للمزيد من التفصيلات عن بعض الدراسات السابقة ، انظر :ـ Technical note, No. 134, Op.Cit, pp. 40 - 70.
WMO, 1976, Review of urban climatology 1973-1976, Thechnical note, No. 149, pp. 34 - 49 .

٠٣ حسن ابو العنين ، اصول الجغرافية المناخية ، بيروت ، ط١ ، ١٩٨١ ، ص٥٢ .

على امتصاص قدر كبير من الطاقة الحرارية وتخزينه اثناء النهار ، ثم بثه ببطء اثناء الليل ، مما يساعد ذلك على عدم الانخفاض السريع لدرجة الحرارة في المدينة كما هو الحال في الريف ، فقد اشار تيرجنج في دراسة قام بها لمدينة لوس انجلوس عام ١٩٧٣ ، ان المباني الضخمة والمرتفعة تمتص طاقة حرارية من اشعة الشمس تقدر بستة اضعاف ماتمتصه السطوح الخالية من المباني في الريف (١) .

ويتلخص تأثير المباني على درجة الحرارة في المدينة فيما يلي :ـ

أ ـ الحرارة المكتسبة .
ب ـ الحرارة المفقودة .

أ ـ الحرارة المكتسبة :ـ

تختلف مصادر الكسب الحراري لمواد البناء في الصيف عنها في الشتاء ، ففي حين تكون الطاقة الشمسية هي المصدر الرئيسي للكسب الحراري في الصيف ، نجدها تتنوع شتاء لتشمل مصادر اخرى بالاضافة الى الاشعاع الشمسي ، كزيادة استهلاك الوقود لاغراض التدفئة مثلا . ويوضح جدول (٢) ان معظم مواد البناء في المدينة تتميز بزيادة سعتها الحرارية * ، فكلما كانت هذه المواد من الاسمنت زادت هذه السعة عنها للمواد الاخرى كالحجارة والطين مثلا ، وينتج عن ذلك كبر الطاقة الحرارية التي تخزنها المباني الاسمنتية وتبثها الى جو المدينة ليلا عنها للمباني الطينية او الحجرية .

---

١. Terjung, W.H. & Louie, S.F., 1973, Solar radiation and urban heat island, ANNALS, Association of American Geographers, Vol. 63, No. 2, p. 81.

* تُعرّف السعة الحرارية (Heat Capcity) ، بأنها كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة تلك المادة درجة فهرنهايتية واحدة ، وتساوى الحرارة النوعية مضروبة بكثافة المادة .

جدول (٢) [١] الحرارة النوعية ، والسعة الحرارية لمختلف مواد البناء .

المـــادة	الحرارة النوعيـــة وح ب* / بوند / ف°	الكثافـــــة بوند / قدم مكعب	السعة الحراريـــة وح ب / قدم ٣/ف°
الماء (٤٠°ف)	١ر٠٠	٦٢ر٥	٦٢ر٥
الحديـــد	٠ر١٢	٤٨٩	٥٨ر٧
الحديد الصلب	٠ر١٢	٤٥٠	٥٤ر٠
النحـــاس	٠ر٠٩٢	٥٥٦	٥١ر٢
الالمنيـــوم	٠ر٢١٤	١٧١	٣٦ر٦
البازلـــت	٠ر٢٠	١٨٠	٣٦ر٠
الرخـــام	٠ر٢١	١٦٢	٣٤ر٠
الاسمنـــت	٠ر٢٢	١٤٤	٣١ر٧
الحجر الكلســي	٠ر٢١٧	١٠٣	٢٢ر٤
الطيـــن	٠ر٢٢	٦٣	١٣ر٩
الطـــوب	٠ر٢٠	١٢٣	٢٤ر٦
الاسفلـــت	٠ر٢٢	١٣٢	٢٩ر٠
الزجـــاج	٠ر١٨	١٥٤	٢٧ر٧
الخشب الابيض	٠ر٥٧	٤٧	٢٦ر٨
الرمـــل	٠ر١٩١	٩٤ر٦	١٨ر١
خشب الانانـاس	٠ر٦٧	٢٧	١٨ر١
الجبـــس	٠ر٢٦	٧٨	٢٠ر٣
الهـــواء	٠ر٢٤	٠ر٠٧٥	٠ر٠١٨

ويتم حساب الحرارة المكتسبة للمباني ، وفقا للمعادلة التالية [٢] :ـ

$$ح \text{ (كالورى / م}^2\text{ / الساعة) } = \frac{\left[ك \left(ح_1 - ح_2 \right) م \right]}{س} \times ٢٧١٠$$

---

١. Suleiman, M.M., 1979, Solar energic housing scheme at shadman colony, pp. 164 - 165. (M.SC, Thesis).

* وح ب هي وحدة حرارية بريطانية ، وتساوى ٢٥٢ كالورى .
الباوند = ٤٥٣ غرام .
القدم = $\frac{١}{٣ر٢٨}$ من المتر .

٢. رزق باسيلي ، هندسة التكييف والتبريد ، دار النهضة ، مصر ، ط ٢ ، ١٩٦٧ ، ص ٦٧ .

حيـــــث أن :ـ

ح = كمية الحرارة المكتسبة ٠

ك = معامل التوصيل الحراري لمادة سمكها بوصة* واحدة ٠

ح ١ ـ ح ٢ = الفرق في درجة الحرارة بين داخل البناء وخارجه بالفهرنهايتية ٠

م = مساحة المسطح بالقدم* المربع ٠

س = السمك بالبوصة ٠

ويمثل الجدول (٣) [(١)] معامل التوصيل الحرارى (Thermal Conductance) لمختلف مواد البناء بالوحدة الحرارية البريطانية لكل قدم مربع في الساعة ٠

جدول (٣) معامل التوصيل الحرارى لمختلف مواد البنـــاء** ٠

مواد البناء	الوصــــــــــف	ك للمادة المتجانسة	كَ للمواد غير المتجانسة
طـــوب	عادى	٠٠ر٥	
	للوجهات	٢٠ر٩	
مونة اسمنت	عادية	٠٠ر١٢	
خرسانـــة	عادية	٠٠ر١٢	
	مفرغة	٠٦ر١ ـ ٢ر٢	
	قوالب ٨ بوصة		٩٠ر٠
	قوالب ١٢ بوصة		٧٨ر٠
حجـــر	عادى	٥ر١٢	
بـــلاط	٤ بوصة مفرغ		٠٠ر١
	٨ بوصة مفرغ		٦٠ر٥
	١٢ بوصة مفرغ		٤٠ر٠
البيـــاض	٣٨ر٠ بوصة		٧٣ر٣
	٥ر٠ بوصة		٨٢ر٢
مواد عازلـة	لباد من الصوف	٢٧ر٠	
	لباد صوف واسبستوس	٢٨ر٠	

---

* البوصة = ٥ر٢ سم ، القدم = ٣٠ سم ٠

١ ٠ المرجع نفسه ، ص ص ٧١ ـ ٧٢ ٠

** يعرف معامل التوصيل الحرارى في المادة المتجانسة ،انه كمية الحرارة (بالوحـــدات الحرارية) التي تسرى في الساعة في مسطح قدره قدم مربع واحد وسمك قدره بوصـــة واحدة عند فرق درجة الحرارة قدره درجة واحدة بين سطحي المادة ٠

تابع جدول رقـــــــم (٣)

مواد البناء	الوصـــــــــــف	ك للمادة المتجانسة	اك للمواد غير المتجانسة
	فلين مجروش	٣١ر٠	
	فلين الواح	٣٠ر٠	
	اسبستوس الواح	٨٠ر٠	
	ورق وجبس	٤١ر١	
السقـــف	اسفلت بسمك ٣ بوصة		٥٣ر٣
	خشب للسقف		٢٨ر١
	لوح معدني وبياض		٤ر٤
ارضيـــات	هواء ساكن		٦٥ر١
	هواء خارجي		٠٠ر٦
الخشـــب	موسكي	٠٠ر١	
	أرو	٢٨ر١	

وقد دلت التجارب التي اجريت لمعرفة مقدار مايكتسبه الجدار الغربي لغرفـــة واحدة من الاشعة الشمسية في الساعة الرابعة مساء على انها تبلغ حوالي ٢٤٨٥ كيلـــو كالورى / بالساعة [١] ، وان جدار من الاسمنت ابعاده (٦×١٢×٢٣ر٠م) يكتسـب لرفع درجة حرارته درجة فهرنهاتية واحدة ، حوالي ٦ر٤٨٣١ كيلوكالورى ، بينما يكتسب جدار من الحجر وآخر من الطين حوالي ٢ر٣٤١٤ و ٥ر٢٠٤٨ كيلوكالورى [٢] على التوالي وعادما تنخفض درجة حرارة هذه الجدران درجة فهرنهاتية واحدة ، فانها تفقد الكمية الحراريـــة نفسها التي كانت قد اكتسبتها .

اما فيما يتعلق بأثر اتجاهات المباني واشكالها على اختلاف درجات الحرارة ، فان الانسان عندما يبني له بيتا ، يحدث فيه تعديلات كبيرة وفق الظروف المناخية لبيئتـه المحلية التي يعيش فيها ، فقد دلت التجارب على أن الاشعة الشمسية تسقط على مختلف اتجاهات الجدران والسقوف بدرجات متفاوتة ، فينتج عن ذلك اختلاف درجات الحـــرارة للهواء الملامس لكل جدار عن الآخر ، ففي المناطق المعتدلة والباردة في النصف الشمالي ، تكون الجهات الجنوبية معرضة لاشعة الشمس مدة اطول من الجهات الشمالية [٣] ، لـــذا

١٠ المرجع نفسه ، ص ص ٢٧٧ — ٢٧٩ .

٠٢ Suleiman, M.M., Op. Cit, pp. 164 - 167.

٠٣ نعمان شحادة ، علم المناخ ، مرجع سابق ، ص ١٨٣ .

ترتفع درجة حرارة الهواء المحيط بالجدار الجنوبي عنها للجدار الشمالي ، اما المنطقة المتاخمة للجدار الشرقي فيتم حجبها عن مسارات الرياح الغربية،وتكتسب في الوقت نفسه قدرا كبيرا من اشعة الشمس في الصباح ، ويكون غروب الشمس الظاهري لها عند ساعات الظهر ، اما المنطقة المتاخمة للجدار الغربي فيكون شروق الشمس الظاهري لها عند ساعات الظهر ، لذا تستقبل قدرا كبيرا من اشعة الشمس في الوقت الذي تكون فيه هذه الاشعة شبه عامودية ، ويظل هذا الجدار دافئا حتى في ساعات المساء اثناء اشعاعه لحرارته المكتسبة الى المنطقة المحيطة به .

وقد تنبه الانسان منذ القدم لاهمية توجيه جدران البيوت وسقوفها ، لتكتسب اكبر قدر من الاشعة الشمسية في الشتاء والتخفيض منها في الصيف ، ففي العصور القديمة صمم الانسان بيته ومنشآته بحيث تكون الواجهة الامامية ضمن حدود ٣٠° الى الشرق من الجنوب ، لتكتسب الجدران الجنوبية قدرا كبيرا من اشعة الشمس في الشتاء * . وفي دراسة اجريت في مدينة عمان ، لمعرفة اثر توجيه المباني على اكتساب الطاقة الحرارية من الاشعة الشمسية ، فقد اظهرت تجاربها أن الواجهات الجنوبية اكثر الواجهات امتصاصا للحرارة خلال فصل الشتاء ، وتكتسب الجدران الشرقية والغربية ما بين ضعفي وثلاثة اضعاف الحرارة المكتسبة من الجدران الجنوبية في الصيف (جدول ٤) (١) .

جدول (٤) كمية الاشعة الشمسية المباشرة التي تمتصها الجدران المختلفة للمباني في مدينة عمان .

الفصل	كمية الحرارة المكتسبة في اليوم واط / م٢			
	الشمالي**	الجنوبي	الشرقي	الغربي
الصيف (حزيران ،تموز،آب)	٧ر١٣١٤	٣١٤٢	٨١٧٢	٨١٧٢
الشتاء (ك١ ،ك٢ ،شباط)	صفر	١٢٠٩٨	٤٢٣٩	٤٢٣٩

---

* يكون شروق الشمس في الشتاء من الجهة الجنوبية الشرقية .

١ . امانة العاصمة ، عمان ، ١٩٨٢ .

** لا يصل الجدار الشمالي اية اشعة شمسية مباشرة في الشتاء ، ويرجع ذلك الى انحراف الشمس في هذا الفصل الى الجنوب الشرق ، وانطلاقا من القاعدة العلمية القائلة : " اذا كانت الزاوية السمتية للشعاع الساقط على الجدار تزيد عن ٩٠° ، فان الاشعة الشمسية المباشرة الواصلة لهذا الجدار تساوى صفرا (الزاوية للشعاع الساقط على الجدار الشمالي في الشتاء هي ١٢٦°) ، للمزيد من التفصيلات انظر :-

Suleiman, M.M., Op. Cit, p. 83.

اما فيما يتعلق بأثر اشكال المباني وامتدادها (رأسيا او افقيا) على درجة الحرارة ، فقد دلت العديد من التجارب التي اجريت في مدينة عمان على ان الاشكال المكعبة اقل الاشكال امتصاصا للطاقة الشمسية في الشتاء واكثرها في اكتساب الطاقة صيفا ، اما الاشكال المستطيلة فتعمل عكس ذلك . ولتوضيح اثر الاشكال المختلفة للمباني على مقدار ماتكتسبه او تفقده من طاقة حرارية ، فقد جرت حسابات دقيقة لثلاث مجموعات من الاشكال ، التي يمكن للبناية اتخاذها في مدينة عمان ، وهذه المجموعات هي [١] :ـ

أ ـ المجموعة الاولى :ـ
اشكال مركبة وممتدة افقيا او رأسيا مع ثبات العرض ، وهي الاشكال التي تتخذها المباني السكنية والمكاتب والمستشفيات .

ب ـ المجموعة الثانية :ـ
اشكال ممتدة افقيا بينما ارتفاعها وعرضها ثابتان ، وهي الاشكال التي تتخذها البنايات المتصلة او الكراجات والمخازن .

جـ ـ المجموعة الثالثة :ـ
اشكال ممتدة رأسيا وعرضها ثابت ، وهي التي تتخذها البنايات الشاهقة .
وكانت النتائج تتلخص بما يلي (جدول ٥) .

جدول (٥)

كمية الاشعة المباشرة الساقطة على مختلف اشكال المباني في مدينة عمان [١] .

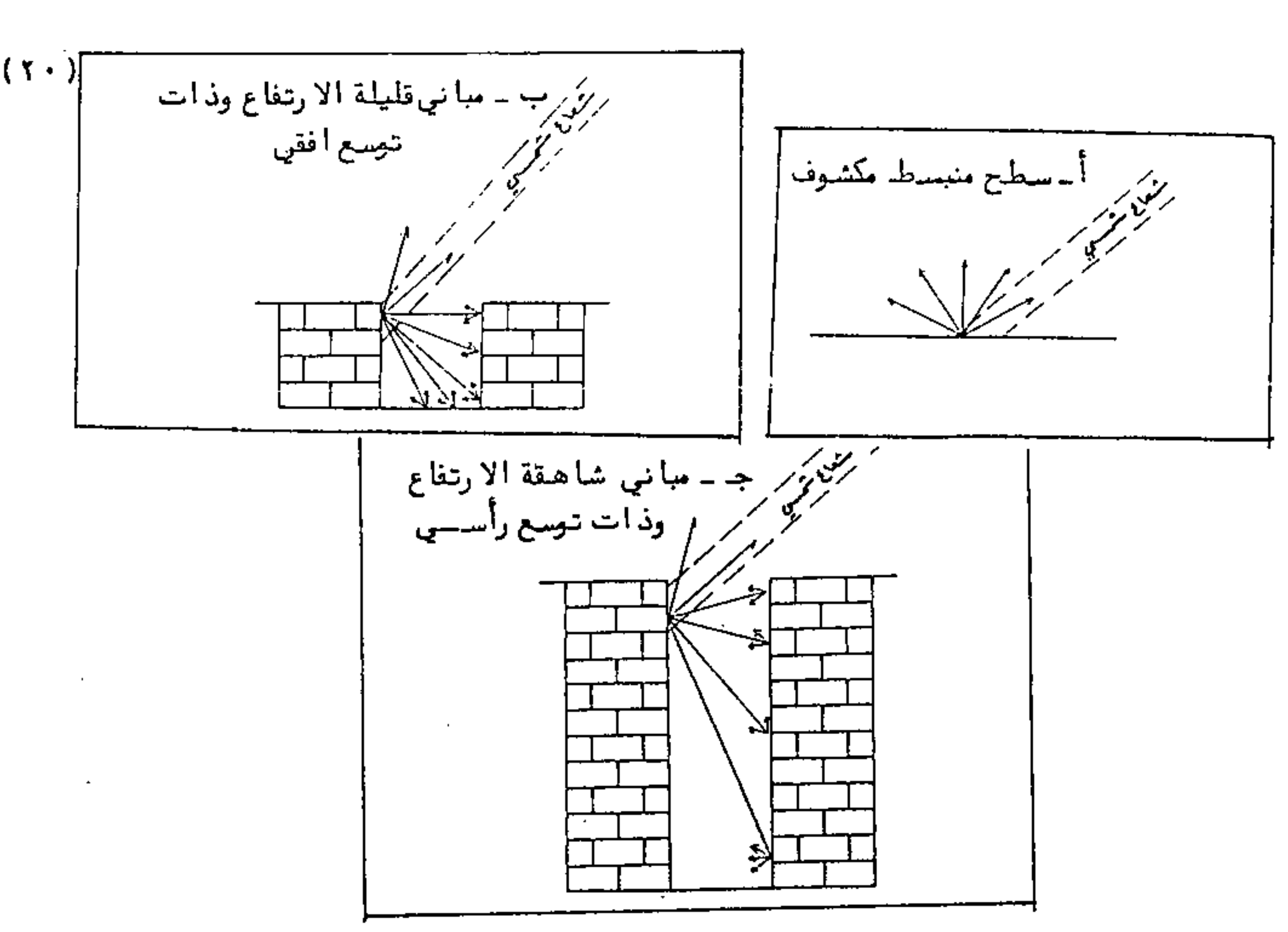
المجموعة	ابعاد المبنى الواحد (مترا)	كمية الاشعة الشمسية المباشرة الساقطة على المبنى (كيلو واط في اليوم) ٢١ حزيران	٢١ كانون الاول
الاولى	١٠×١٠×٥	٧٤٥ر٦	٦٤٩ر٩
الثانية	٢٠×٥×٥	١١٨١ر٦	٨٧٦ر٨
الثالثة	٥×٥×٢٠	١٠٣١ر٧	٨٦٨ر٠

ويوضح الجدول السابق أن المباني المتصلة مع بعضها وذات التوسع الافقي (المجموعة الثانية) ، هي اكثر المجموعات استقبالا لاشعة الشمس المباشرة منها للمباني ذات التوسع الرأسي (المجموعة الثالثة) ، في الصيف والشتاء . وهذه النتيجة هي نفسها التي توصل اليها لوديق (Ludwig) في دراسته لاثر ارتفاع المباني على درجة الحرارة في المدينة . (شكل ٣)[٢] .

---

١ . امانة العاصمة ، عمان ، ١٩٨٢ .

٢ . Ludwig, L., 1970, Urban temperature fields, Technical note, No. 108, p. 104.



شكل (٣) اثر ارتفاع المباني على انعكاس وامتصاص الاشعاع الشمسي .

(عن Ludwig ، ١٩٧٠، ص١٠٤)

يوضح الشكل السابق ماذا يحدث للشعاع الشمسي الساقط على سطح الارض، ففي شكل "أ" ينعكس جزء كبير من الشعاع الساقط وينتشر في الفضاء ، بينما في شكل "ب" يصطدم جزء من الشعاع المنعكس بأبنية اخرى مجاورة او يرتطم بالشوارع المجاورة حيث تقوم بامتصاصه ، اما في شكل "جـ" فهو يشبه شكل "ب" من حيث انعكاس جزء كبير من الشعاع الساقط وارتطامه بالابنية المجاورة او ضياعه في الفضاء ، غير ان نصيب الشوارع من الاشعة المنعكسة تكون اكبر في شكل "ب" عنه في شكل "جـ" ، ويعني ذلك ان المباني المتوسطة الارتفاع تعكس الى الشوارع جزءا من الاشعة الشمسية يزيد عما تعكسه المباني المرتفعة ، مما يؤثر على كمية ماتمتصه الشوارع من الاشعة الشمسية ، زيادة على ذلك فان المباني المرتفعة تغطي ظلالها الوارفة الشوارع وتحجب عنها وصول جزء كبير من الاشعة الشمسية المباشرة . ونتيجة لذلك فكلما ابتعدنا عن المباني العالية ذات الظلال الوارفة واقتربنا من المباني المتوسطة الارتفاع ، كلما زادت درجة الحرارة بهذا الاتجاه ، وكلما ابتعدنا عن المباني (بنوعيها) واقتربنا من الريف حيث تقل المباني كلما انخفضت درجة الحرارة .

ان عرض الشوارع واتجاهاتها له اثر واضح على اختلاف درجات الحرارة في المدينة ، فكلما زاد اتساع الشوارع زادت كمية الاشعة الشمسية الساقطة عليها ، وزادت المساحة المعبّدة ذات الامتصاصية العالية (٨٥٪) ، وعلى النقيض من ذلك فكلما تقاربت البيوت وتعددت طوابقها وكانت الشوارع بينها ضيقة ، كلما قلت كمية الاشعة

الشمسية الساقطة عليها وزاد معامل انعكاسها للاشعة (جدول ٦) [١] .

جدول (٦) العلاقة بين معامل انعكاس الاشعة الشمسية ودرجة الحرارة في المدن .

معامل انعكاس الاشعة الشمسية	الحرارة العظمى م°	الحرارة الصغرى م°
١٠ر٠	٢ر٣٥	٢٣ر٧
١٥ر٠	٣٤ر٤	٢٣ر٧
٢٠ر٠	٣٣ر٧	٢٣ر٧
٢٥ر٠	٣٣ر٣	٢٣ر٦
٣٠ر٠	٣٢ر٧	٢٣ر٦

كما ويعمل ضيق الشوارع ومساحة التهوية بين البيوت على تخفيض سرعة الرياح الباردة في الشتاء وقلة تعرض واجهات المباني لاشعة الشمس في فصل الصيف ، كما ان اتجاه الشوارع له اثر واضح ايضا على درجات الحرارة في المدينة ، ففي المدن التي تقع في العروض المعتدلة والباردة -حيث تهب رياح باردة سريعة - يفضل ان يكون اتجاه الشوارع عموديا على اتجاه الرياح ، وذلك للتقليل من اثرها على تخفيض درجة الحرارة ، بينما في الجهات الحارة تهب رياح ملطفة ، فالافضل ان يكون اتجاه الشوارع موازيا لاتجاه تلك الرياح وذلك لزيادة سرعتها واثرها على تخفيض درجة الحرارة [٢] .

ب - الفقد الحراري للمباني

تفقد المباني جزءا كبيرا من طاقتها الحرارية (التي اكتسبتها اوخزنتها) عندما تنخفض درجة حرارة الهواء الملامس لها من الخارج ، وخاصة في الليل والشتاء ، ونتيجة لذلك ترتفع درجة الحرارة وخاصة الصغرى في المدينة عنها في الريف . وتفقد المباني حرارتها بطريقتين هما [٣] :-

---

١. Myroup, L.O; Op. Cit, p. 916.

٢. يوسف عبد المجيد ، جغرافية المناخ والنبات ، دار النهضة العربية ، القاهرة ١٩٧٣ ، ص ١٣٢ .

٣. للمزيد من التفصيلات انظر :-

- Orienko, L.R., 1968, Wind and it's technical aspects, Technical note, No. 109. pp. 37 - 53.
- Buchberg, H., 1968, Role climatological factors in predicting the thermal behaviour buildings, Technical note, No. 109, pp. 111 - 120.

١ ٠ الحرارة المفقودة بالنقل Heat transmission Loss
٢ ٠ الحرارة المفقودة بالتهريب Air infiltration heat loss

١ ٠ الحرارة المفقودة بالنقل :ـ

تعتمد هذه الطريقة على عوامل كثيرة ، اهمها ، سمك الجدران ومساحتها ، والفرق بين درجتي الحرارة من الداخل والخارج ، والمادة المصنوعة منها تلك الجدران ، وسرعة الرياح *، ونوع المواد العازلة للحرارة المستخدمة في البناء ٠ ويمكن حساب كمية الحرارة المفقودة بالنقل بالطريقة نفسها التي تم بها حساب كمية الحرارة المكتسبة ٠ وتزداد كمية الحرارة المفقودة بهذه الطريقة بازدياد سرعة الرياح ، فالهواء الساكن ** الذى لاحركة فيه (Still air) ، عازل يقاوم انتقال الحرارة ، بعكس الهواء المتحرك الذى هو موصل جيد لها ، فقد اثبتت التجارب العلمية أن معامل التوصيل الحرارى لرياح سرعتها ٥ر٦م / ث هو اكبر ب ٦ر٣ مرة ، مما هو عليه للهواء الساكن (١) . اما اثر المواد العازلة (المستخدمة في البناء) على كمية الحرارة المفقودة ، فان زيادة استعمالها يقلل كمية الحرارة المفقودة منها ، فالطوب الذى يحتوى على فراغات (تقوم بدور العازل الحرارى) ، يكون توصيله للحرارة اقل بالمقارنة مع الخرسانة المسلحة والحجر (جدول ٣) ٠ اما اثر الفرق في درجة الحرارة بين داخل المباني وخارجها على كمية الطاقة المفقودة ، فكلما زادت درجة الحرارة داخل البناء عن درجة حرارة الهواء الخارجي زادت كمية الحرارة المفقودة من هذا البناء ، وتعتمد درجة حرارة داخل البناء على مقدار مايستهلك ساكنو هذا المنزل او ذاك من مصادر الطاقة المتنوعة للاغراض المختلفة ، فمثلا تنتج مصادر الاضاءة والتدفئة الكهربائية حرارة منقولة تساوى :ــ كمية الاستهلاك بالواط × ٣ر٨٥٩ *** (كالورى) (٢) .

ويقوم الانسان نتيجة لنشاطاته المختلفة ، ببث حرارة محسوسة وكامنة الى المحيط الذى يعيش فيه ، فوجبة غذاء ساخنة لشخص واحد تبث حرارة تعادل

---

* تتراوح كمية الحرارة المفقودة من المباني بطريقة النقل مابين ٤ر٥ الى ٧ر٢١ كيلو كالورى / الساعة / م ٢ وذلك بتغير سرعة الرياح من ٩ر٠ الى ١٤ م / ث ٠ (Buchberg ، ص ١١٣) ٠

** الهواء الساكن هو الذى تتراوح سرعته مابين ٠٨ر٠ ـــ ١٣ر٠ م / ث ويبلغ معامل التوصيل الحرارى له حوالي ٧ر١٤ كيلو كالورى / م ٣ / الساعة / ف°، ففي حين يبلغ معامل التوصيل للرياح ذات السرعة ٥ر٦م / ث حوالي ٤ر٥٣ كيلو كالورى / م ٣ / الساعة / ف° ٠

١ ٠ رزق باسيلي ، مرجع سابق ، ص ٠٦٩

*** رقم ٣ر٨٥٩ ، هو المكافئ الحرارى للواط بالكالورى في الساعة ٠

٢ ٠ المرجع نفسه ، ص ٢٨١ ٠

٣٠ر٢ كيلو كالوري ، وتفقد ماسورة مكشوفة * للتدفئة كمية من الطاقة الحرارية الى هواء الغرفة تبلغ ٨٠ر٢ كيلو كالوري / م / الساعة ، وتفقد اذا كانت معزولة كمية من الطاقة الحرارية مقدارها ٢٠ كيلو كالوري . وتفقد غرفة واحدة ذات ابعاد (٥ر٤ × ٥ر٤ × ٣م) حرارة منقولة مقدارها ** ٩٢١٢ كيلو كالوري / الساعة (١) .

٢ . الحرارة المفقودة بالتهريب :ـ

تعتمد هذه الطريقة على نسبة ماتشغله النوافذ والابواب من المساحة الكلية للمبنى ، وعلى درجة العناية بتشظيبه ومسامية مواد بنائه ، واختلاف درجة الحرارة بين داخله وخارجه ، بالاضافة الى سرعة الرياح .

ولتوضيح مقدار مايتسرب من الطاقة الحرارية من داخل المبنى عبر الشبابيك والابواب والفتحات الاخرى ، فيمكن القول ان جداراً به باب ابعاده ٢ر١ × ١ر٢م ونافذة ابعادها ٧٦ر٠ × ٢ر١م ، تتسرب منهما مباشرة طاقة حرارية تبلغ حوالي ١٣٠١ كيلو كالوري في الساعة ، شريطة ان تكون سرعة الرياح ٣ر١٠ عقدة (٢) .

ثانيا : الحرارة والغازات المنبعثة من نشاطات الانسان المختلفة في المدينة :ـ

دلت احصاءات منظمة الارصاد العالمية (WMO) على ان المدن في العالم ، خاصة الصناعية منها ، تبث الى الجو مايزيد على ٢٠ مليون طن سنويا من الغازات والمواد الصلبة (٣) ، وتزداد مشكلة تلوث الهواء في المدن من عام لآخر نتيجة ازدياد تركز الصناعات فيها وتعدد وسائل مواصلاتها وازدحام مبانيها وتعددها . وتعدّ السيارات من اكثر مصادر التلوث اذ تساهم باكثر من ٤٠٪ من اجمالي عناصر التلوث في المدينة ، بينما تساهم الصناعة بـ ٣٠٪ ، وماتبقى (٣٠٪) يأتي من

---

* يشترط في ذلك ان تكون الماسورة ناقلة لماء ساخن درجة حرارته ٨٢°م وقطرها ٥ر٢سم .

** يشترط في ذلك ان يكون الفرق بين درجة حرارة الغرفة وخارجها حوالي ٤°م ، وان تكون سرعة الرياح ١٣ عقدة .

١ . المرجع نفسه ، ص ص ٧٧ ـ ٨٢ .

٢ . المرجع نفسه ، ص ص ٦٢ ـ ٦٤ .

٣ . لمزيد من التفصيلات انظر :ـ

WMO, 1984, Climate, Urbanization and Man, p. 9.

حسن ابو العنين ، مرجع سابق ، ص ٤٨ .

مصادر مختلفة وعلى رأسها المنازل والطائرات والبواخر والقاطرات [١]. ومما يزيد المشكلة تعقيدا ان وسائط النقل هي اكثر مصادر تلوث هواء المدن خطورة ، وخاصة اذا علمنا ان الوزن المفقود من وقودها يبلغ ١٠٠٪ ، ويتعذر على الانسان السيطرة على عوادمها ، نظرا لحركتها الدائبة ، واتساع رقعة انتشارها وتشعب مساراتها سواء على الطرق المعبدة ام الترابية . وتزداد هذه المشكلة او تقل تبعا لطبيعة المدينة وكثافة سياراتها ومسارات تدفقها ، ففي حين تبلغ نسبة ماتساهم به وسائل النقل (السيارات) من اجمالي الملوثات في كل من مدينة جيرسي ولوس انجلوس حوالي ٩٠٪ ، نجدها تصل الى ٥٠٪ في مدينة دترويت ، و ٦٪ في لويسفيل [٢] .

واهم الغازات الملوثة لهواء المدن هي ، غاز ثاني واول اكسيد الكربون ومركبات الهايدروكاربونات ، وثاني اكسيد الكبريت واكسيد النيتروجين ، اما اهم المواد الصلبة والعالقة بالهواء فهي السناج والغبار الترابي والضباب الدخاني والنواتج الصناعية والنفايات وانجراف التربة المفككة . ويتلخص اثر تلك الملوثات على اختلاف درجات الحرارة بين المدينة والريف فيما يلي :ـ

١. تعمل زيادة تركز الشوائب في جو المدن على رفع نسبة الاشعة الشمسية التي تعكسها او تنشرها وتبعثرها في الجو ، وزيادة مقدار ماتمتصه من هذه الاشعة كما وتعمل على سرعة تكوين السحب * وزيادة معامل انعكاسها للاشعة ، وتخفض من نسبة وصولها الى سطح الارض [٣] . ونتيجة لذلك فقد فسر كثير من الباحثين انخفاض درجات الحرارة نهارا ، لبعض المدن عنها في الريف الى زيادة تلوث هواء المدن الذى يقلل من نسبة وصول الاشعة الشمسية اليها سنويا بحوالي ٢٢٪ عنها في الريف المجاور ** .

٢. تؤثر زيادة ثاني اكسيد الكربون في جو المدينة على رفع درجة حرارة وخاصة في الليل ، حيث يقوم ثاني اكسيد الكربون بدور يشبه البيت الزجاجي (Green house) ، والذى يسمح بدخول اشعة الشمس قصيرة الموجات ، ويمنع الاشعة الارضية طويلة الموجات من الهروب ، بل ويمتص جميع اشعتها التي

---

١. طاهر جاسم التميمي ، ١٩٨٣ ، عوادم وسائط النقل وعلاقتها بالتلوث ، المدينة العربية ، العدد الثامن ، منظمة المدن العربية ، الكويت ، ص ص ٣٨ ـ ٤٣ .

٢. طاهر جاسم التميمي ، ١٩٨٤ ، ظاهرة تلوث المدن ، المدينة العربية ، العدد الثامن عشر ، منظمة المدن العربية ، الكويت ، ص ص ٤٥ ـ ٥٣ .

* تزيد نسبة تكرار الغيوم في المدينة عنها في الريف بحوالي ٨٪ (٥٪ في الشتاء و ١٠٪ في الصيف) ، لمزيد من التفصيلات انظر :ـ

Oke, T.R., 1975, Inadvertent of the City atomospher and the prospects for planned urban climates, WMO, No.3-7, p.170.

٣. نعمان شحادة ، علم المناخ ، مرجع سابق ، ص ٥٨ .

يبلغ طولها ٤ الى ١٥ × 10^{-6} مترا [١] .

٣. تعرض الكثير من الاشجار في المدن (خاصة الصناعية منها) الى الدمار بفعل الغازات السامة والامطار الحامضية ، فمعظم الدمار الذى لحق بالمزروعات والاشجار في منطقة نيوجرسي ولوسانجلوس يعود الى تلوث الهواء بالغازات المختلفة ،ويعمل قلة وجود الغطاء النباتي في المدينة على تقليل نسبة المستغل من الطاقة الشمسية في عملية النتح والتبخر وزيادة معامل الامتصاص فيها .

ثالثا : الكثافة السكانية :ـ

تؤثر الكثافة السكانية على اختلاف درجة الحرارة بين المدن الكبيرة والمناطق الريفية المجاورة ، فالفرق في درجة الحرارة بين المناطق الريفية والمدن الكبيرة اكبر من الفرق بين هذه المدن والتجمعات السكانية الصغيرة ، فكلما تضاعف عدد السكان في المدن عشرة اضعاف زاد الفرق في درجة الحرارة بين وسط المدينة وريفها درجة مئوية واحدة [٢] .

لقد اثبتت الدراسات التي قام بها (Later Ladwig) عام ١٩٧٠، على ان الفرق في درجة الحرارة بين المدينة والريف يتناسب طرديا مع الجذر الرابع لعدد السكان ، وفقا للمعادلة التالية [٣] :ـ

$$Tu\text{-}r = \emptyset^{\frac{1}{4}} \left[0.0633 - 0.298 \left(\frac{\Delta T}{\Delta P} \right) r\right]$$

وتعني مدلولات الرموز كمايلي :ـ

Tu-r = الفرق في درجة الحرارة بين المدينة والريف (بالمئوى) .

Ø = عدد السكان .

$(\frac{\Delta T}{\Delta P})_r$ = معدل تغير درجة الحرارة باختلاف الضغط الجوى في الريف المجاور .

---

١. Mitchell, J.F.B., 1984, The effects of pollutants on global climate, The meteorological magazine, Vol. 13, No. 1338, pp. 1-15.

٢. نعمان شحادة ، علم المناخ ، مرجع سابق ، ص ١٢٠ .

٣. Technical note, No. 134, Op. Cit, p. 54.

اما دراسات اوكي عام ١٩٧٢ ، فقد توصلت الى العلاقة التالية [١] :ـ

$$Tu\text{-}r = \frac{\text{Ø}^{1/4}}{4\ \bar{u}^{1/2}}$$

حيث تعني مدلولات الرموز مايلي :ـ

$\bar{u}$ = معدل سرعة الرياح السطحية (م / ث) .

Ø = عدد السكان .

ويعني ذلك ان الفرق في درجة الحرارة بين المدينة وريفها ، يتناسب طرديا مع الجذر الرابع لعدد السكان في المدينة وعكسيا مع الجذر التربيعي لسرعة الرياح السطحية فيها .

لقد اثبتت الدراسات التي طبقت في المدن الامريكية والاوروبية ، ان العلاقة بين الكثافة السكانية واختلاف درجة الحرارة بين وسط المدينة وريفها يكون اكثر وضوحا في المدن الامريكية منه في المدن الاوروبية ، رغم تفوق الاخيرة بعدد السكان (جدول ٧ ، وشكل ٤) .

---

١ . Oke, T.R., 1976, The distinction between canopy and boundary lyer urban heat island, Atmosperic Environment, Vol. 14, No. 4, p. 268.

جدول (٧) (١) الجزيرة الحرارية (العظمى) لبعض المدن في امريكا الشمالية واوروبا .

تقدير الجزيرة الحرارية (العظمى) °م **	الجزيرة الحرارية (العظمى) °م *	عدد السكان (بالالف)	المدينة
			١. في امريكا الشمالية
١٠٫٣	١٢	٢٠٠٠	Montreal, P.Q.
٩٫٧	١٠٫٢	١٠٠٠	Voncouver, B.C.
٩٫٥	١١٫١	٧٨٤	San Francisco
٩٫٢	١١٫٦	٥٣٤	Winnipeg Manitoba
٩٫٠	١١٫٥	٤٠٦	Edmonton, Alta.
٨٫٧	٩٫٥	٣٠٠	Hamilton, Ont
٧٫٨	٧٫٧	١٠١	San Jose, Calif
٦٫٩	٦٫٩	٣٣	Palo Alto, Calif
٦٫٥	٦٫١	٢١	Corvalis, Ore
			٢. في اوروبا
	١٠	٨٥٠٠	London, U.K.
	١٠	٤٢٠٠	Berlin, Germ
	٨	١٨٧٠	Vienna, Austr
	٧	٨٢٢	Munich, Germ
	٨	٥٠٠	Sheffield, U.K
	٦	٢٧٨	Utrecht, Nether
	٧٫٤	٢٧٥	Malmo, Sweden
	٧	١٦٠	Karlsruhe, Germ
	٤٫٤	١٢٠	Reading. V.K

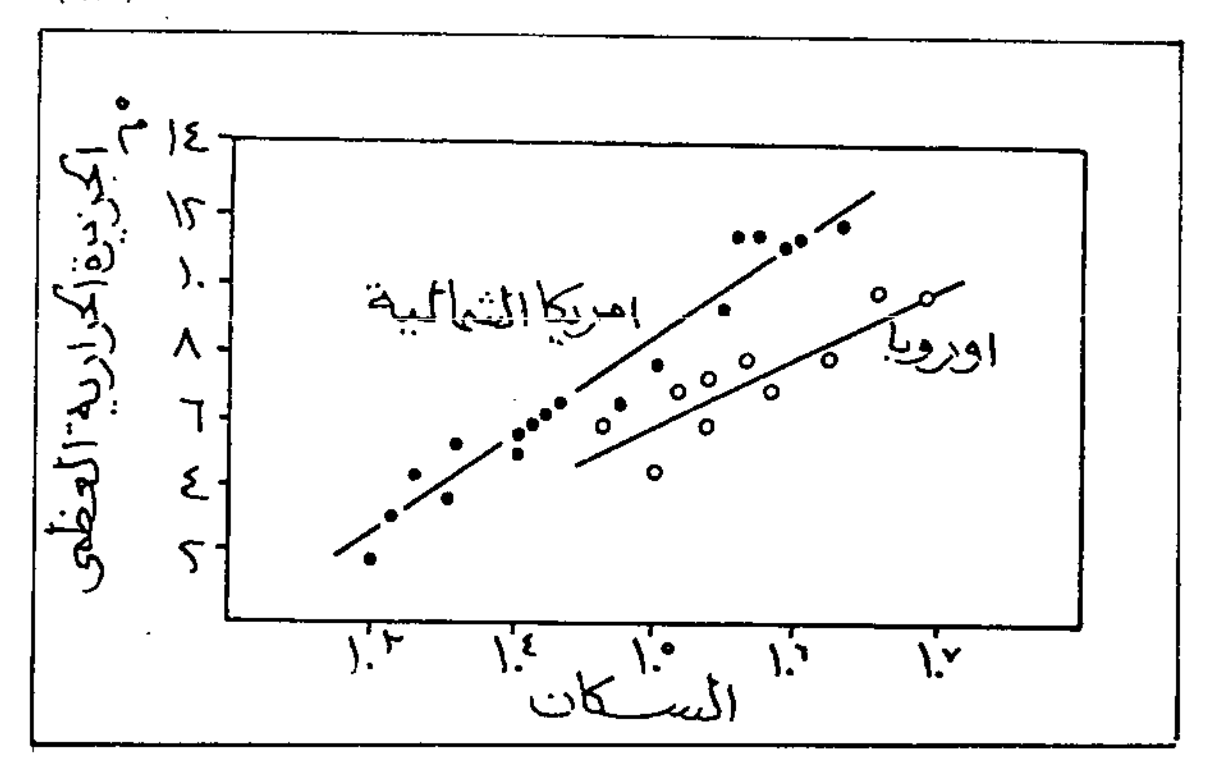
١. Oke, T.A., 1973, City size and the urban heat island, Atmospheric Environment, Vol. 7, No.3, p. 776.

* عن طريق القياس والرصد .

** عن طريق استخدام المعادلة التالية :ـ

Tu-r=1.91 Log Ø - 2.07ū¹ - 1.73

وسرعة الرياح تساوي صفرا (انظر :- Ibid, p. 773.



شكل (٤) العلاقة بين الجزيرة الحرارية (العظمى)وعدد السكان لبعض المدن الاوروبية والامريكية (عن Oke ، ١٩٧٣ ، ص ص ٧٧٣ ـ ٧٧٥ .

وتتلخص نتائج تلك الدراسات للمدن الاوروبية في العلاقة (١) :ـ

Tu-r (Max) = 2.01 Log Ø - 4.06

(معامل التفسير ٧٤ر٠ وخطأ معياري مقداره ± ٩ر٠ درجة مئوية) .

اما العلاقة للمدن الامريكية فكانت على النحو التالي

Tu-r (Max) = 2.96 Log Ø - 6.41

(معامل التفسير ٩٦ر٠ وخطأ معياري مقداره ± ٧ر٠ درجة مئوية) .

ولا يقتصر اثر الانسان في اختلاف درجة الحرارة في المدينة عنها في الريف على ماتبثه نشاطاته المختلفة الى جو المدينة من كميات حرارية كبيرة (مواصلات ، مصانع ، تدفئة) ، بل يتعداه الى قيامه ببث كميات كبيرة من الطاقة الحرارية من جسمه سواء اكانت حرارة محسوسة ام كامنة ، ويتبادلها مع المحيط الذي يعيش فيه (جدول ٨) (٢) ، فقد توصل تيرجنج الى ان الانسان في مدينة لوس انجلوس يستهلك ٥٠٪ من صافي الاشعة الشمسية الواصلة الى سطح المدينة ، ثم يقوم بدوره ببث ٦٣٪ منها (٤ر١٣٢ كيلوكالوري /الساعة) على شكل حرارة محسوسة بطريقة التوصيل والحمل ، و ٣٧٪ (٢ر٧٧ كيلو كالوري /الساعة) على شكل حرارة كامنة تخرج مع عرقه المتبخر ، دون حدوث اى تغيير يذكر في درجة حرارة جسمه (٣) .

١. Oke, T. A, Ibid, pp. 773 - 775.

٢. Terjung, W.H., 1970, Urban energy balance Climatology, Geographical Review. 60, p. 51.

٣. رزق باسيلي ، مرجع سابق ، ص ٤٨ .

جدول (٨) مايفقده جسم الانسان من حرارة (كيلو كالوري /الساعة) في مختلف اوجه نشاطـــــــه ٠

وجه النشـــــــاط	الحرارة المفقودة من جسم الانســـــــان		
	حرارة محسوسة	حرارة كامنة	حرارة كلــية
شخص جالس بدون حركـــــــة	٤٥ر٤	٥٢ر٩	٩٨ر٣
شخص يعمل عملا مكتبيا متوسطـــا	٥٠ر٤	٦٣	١١٣ر٤
شخص يعمل عملا يدويا خفيفـــا	٥٥ر٤	١٣٣ر٦	١٨٩ر٠
شخص يعمل عملا يدويا متوسطـــا	٨٨ر٢	١٠٠ر٨	١٨٩ر٠
شخص يعمل عملا يدويا فوق المتوسط	١٦٣ر٢	٢١٤ر٢	٣٧٨ر٠
شخص يمشي على مهـــــــل	٦٣	٧٥ر٦	١٣٨ر٦
شخص يمشي بسرعة ٨ر٣كم /الساعـــة	١١٣ر٤	١٣٨ر٦	٢٥٢ر٠

رابعا : استعمالات الارض (Land, Use)

تؤثر الانماط المختلفة لاستعمـــــال الارض في المدينة على موازنتها الاشعاعيـــة والحرارية ، الامر الذى يؤدى الى تشكل الجزيرة الحرارية وتطورها ، فتعبيد الشـــوارع، وبناء البيوت الاسمنتية ، وتركز الصناعات ، وارتفاع خشونة السطح ، وقلة زراعة الاشجـــار في المدينة ، كلها امور تساعد على قلة معامل الانعكاس للاشعة وزيادة القدرة الامتصاصية للحرارة ، ولهذا ترتفع درجة الحرارة في المدينة عنها في الريف ٠ ان قلة وجــــــود الاشجار في المدينة حرمها من فوائدها العديدة ، فظلال الاشجار على ارصفة المشــــاة والشوارع وجدران المباني ، يساعد على تثبيت درجات الحرارة ، والتخفيض من وطئتها ، كما ان جزءا كبيرا من الطاقة الشمسية الواصلة الى سطح المدينة (ان وجدت الاشجار) ، يستهلك في عملية نتحها وتمثيلها الكلوروفيلي ، ويكون بثها للحرارة المحسوسة اقل مـــن الاسطح الاخرى كالمواد الاسمنتية ٠ وقد توصل تيرجنج في دراسته عام ١٩٦٨ ، لمعرفة اثر الاستعمالات المختلفة للارض في مدينة لوس انجلوس على موازنتها الحرارية (مابيـــن الساعة الثانية والثالثة ظهرا) الى النتائج التالية [١] :ـ
انخفضت درجة حرارة مركز المدينة حوالي ٧°م عنها في المناطق السكنية ، و١١°م عنها في المناطق الصناعية والشوارع المعبدة ٠ ويعود السبب في ذلك الى ظلال المباني المرتفعة في مركز المدينة ، التي تقلل من وصول الاشعة الشمسية المباشرة ، وتعمل على تخفيـــض درجة الحرارة ٠ اما المناطق الصناعية والشوارع المعبدة ، فزيادة قدرتها الامتصاصيـــة

١٠ Terjung, W.H. 1970, Op.Cit, p. 42.

قد عملت على ارتفاع درجة حرارتها وتفوقها على المركز في ذلك . وفي دراسة لمدينة (Sacramento) في ٢٤ آب عام ١٩٧١ ، وجد أن تباين استعمالات الارض فيها يؤثر بشكل واضح على موازنتها الحرارية ، اذ بلغ معامل الاختلاف (Cofficient of Variation) لصافي الاشعة الشمسية ولمختلف استعمالات الارض فيها ، حوالي ١٧٪ ، في حين بلغ للحرارة المحسوسة حوالي ٦٤٪ ، وللحرارة الكامنة في التبخر ٩٥٪ ، وللحرارة المكتسبة والمخزنة ١٣٤٪ (١) ، واشارت ايضا هذه الدراسة الى وجود اختلافات واضحة لدرجة الحرارة بين مكان وآخر في المدينة ، نتيجة اختلاف معامل الانعكاس من جهة والاشعاعية والايصالية الحرارية وخشونة السطح والسعة الحرارية لمختلف استعمالات الارض فيها من جهة اخرى .

خامسا : الخصائص الطبوغرافية والمناخية :ـ

يزيد الفرق في درجة الحرارة بين المدن الواقعة في احواض طبوغرافية تعيق حركة الرياح ، وتسمح للاختلاف في درجة الحرارة بين المدينة والريف بالتطور والنمو عنه في المدن الواقعة على سفوح الجبال ، حيث تساعد الطبوغرافية المنحدرة على نشاط الرياح ، وتحول دون تطور الجزيرة الحرارية (٢) ، ويبدو تأثير الرياح على اضعاف الجزيرة الحرارية والقضاء عليها من المعادلة التالية (٣) :ـ

$$\bar{U} = 3.4 \text{ Log } p - 11.6$$

حيث ان :ـ

$\bar{U}$ = سرعة الرياح م / ث التي تكفي للقضاء على الجزيرة الحرارية في المدينة .

p = عدد سكان المدينة .

وقد تبين من بعض الدراسات التي طبقت هذه العلاقة ، ان رياحاً سرعتها ٤ر١ مترا في الثانية تكفي للقضاء على الجزيرة الحرارية للمدن التي يقل عدد سكانها عن ٣٤٠٠٠ نسمة ، بينما تحتاج المدن التي يصل سكانها ثمانية ملايين ونصف الى رياح سرعتها ١٢ مترا .

---

١. Morgan, D., et-al, 1977, Micro climates within urban area, ANNALS, Association of American Geographers, Vol, 67, No. 1, p. 62.

٢. نعمان شحادة ، علم المناخ ، مرجع سابق ، ص ص ١٢٠ ـ ١٢١ .

٣. Oke, T.R., Hannell, F, G., 1970, The form of the heat island in Hamilton, Canada, Technical note, No. 108, p. 118. (WMO , Geneva).

ولا يقتصر اثر الخصائص الطبوغرافية على سرعة الرياح فقط بل تتحكم درجة انحدار السفوح ايضا في تحديد زاوية سقوط الاشعة الشمسية ، فبعض السفوح شديدة الانحدار تسقط عليها اشعة الشمس بزاوية قائمة ، مما يجعل الاشعاع الشمسي الواصل اليها اكثر من المناطق السهلية المنبسطة والمحاذية لها ، وخاصة في ساعات الصباح والغروب عندما تكون اشعة الشمس شديدة الميل (١) .

---

١ . نعمان شحادة ، علم المناخ ، مرجع سابق ، ص ٨٤ .

الفصل الثانـــــــي

منهجية الدراســـة

يتحدد اسلوب البحث في اية مشكلة من المشاكل عادة تبعا لطبيعـــة المشكلة والغرض من دراستها ، وبما ان الغرض الاساسي من هذه الدراسة هو معرفـة التعديلات التي ادخلتها مدينة عمان على بعض عناصرها المناخية وخاصة درجـــة الحرارة (الجزيرة الحرارية) فلا بدّ ان يتناسب اسلوب البحث مع الاهمية المنشـودة من هذه الدراسة ، فما هي اهمية هذه الدراسة ؟ وما هي منهجيتها ومصادر وطـرق جمع بياناتها ؟ ، ويتضح ذلك فيما يلي :ـ

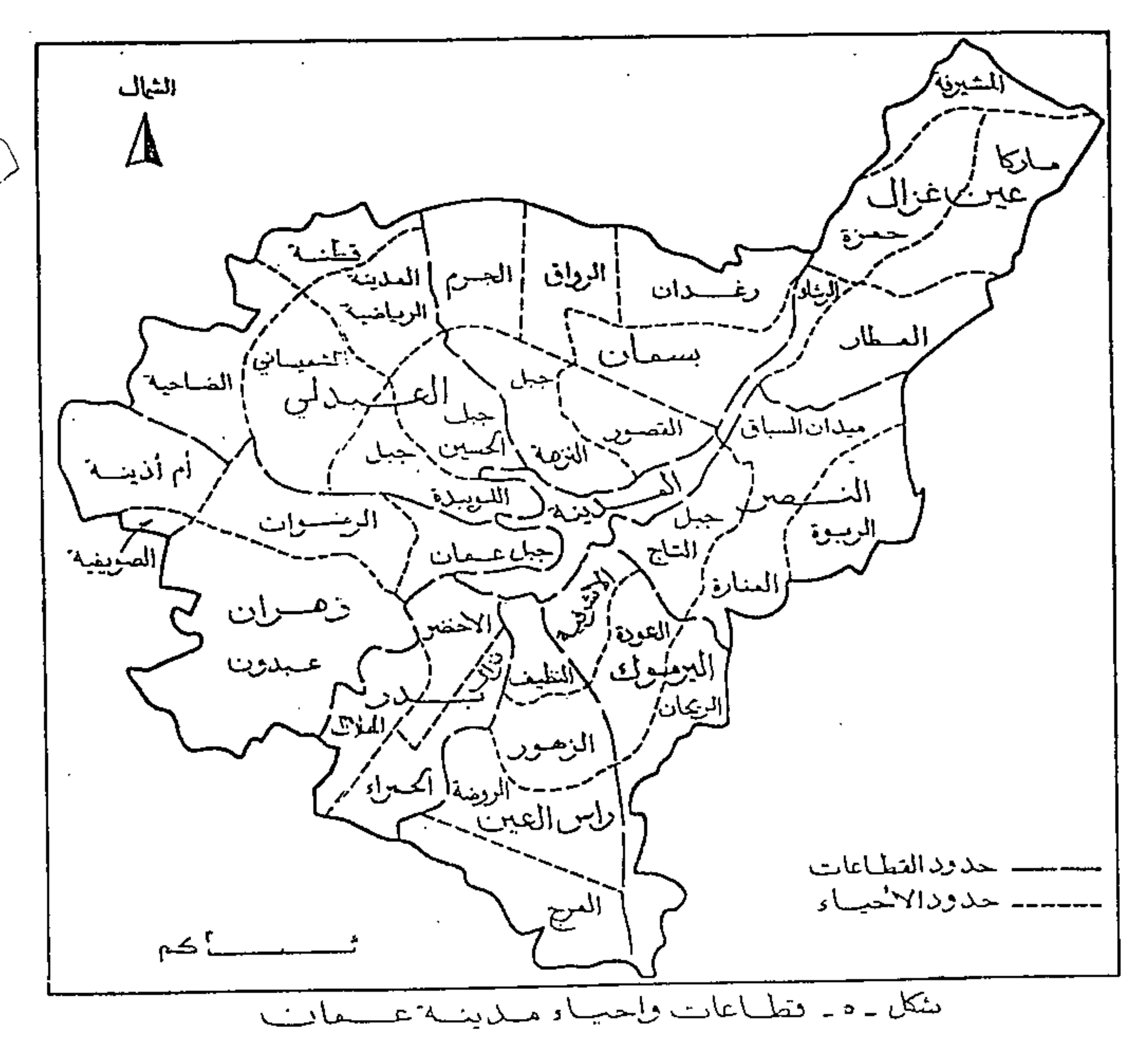
أ ـ اهمية الدراســـة :ـ

تعدّ عمان المدينة الاولى في الاردن من حيث عدد السكان والمساحـة ، فقد قدر عدد سكانها عام ١٩٨٥ زهاء ٧٨٠ الف نسمة ، اي ما يعادل ٢٨٪ مـــن سكان الاردن [(١)] . وتبلغ مساحتها حوالي ٣ر٨٦كم ٢ ، وتتوزع على تسع مناطـــق رئيسية هي :ـ وسط المدينة وبسمان وعين غزال والنصر واليرموك وراس العين وبـدر وزهران والعبدلي (شكل ٥) . ويبلغ معدل النمو السكاني في المدينة حوالـــي ٨ر٣٪ [(٢)] في حين لا يزيد في الاردن ككل عن ٤ر٣٪ سنويا ، وتتركز في المدينـة معظم النشاطات المختلفة للدولة ، ويتدفق عليها اعداد كبيرة من السكان القادميـن من الارياف بحثا عن فرص العمل ، كما ويأتي اليها عشرات الآلاف من المغتربين صيفـا ، مما يساعد على ازدحام وسائل المواصلات فيها ، وزيادة المساحات المبنية والمعبـدة عاما بعد عام ، ويترتب على ذلك زيادة التعديلات التي يدخلها الانسان على الظـروف المناخية لهذه المدينة وخاصة على درجة الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح ، ولا شـك ان اى تغير في هذه العناصر ، يؤثر على التوازن الحراري لجسم الانســـــان (Heat Balance) ، فينعكس ذلك على مزاجه ونشاطه ، اذ ترتفع درجـــات الحرارة احيانا الى حد لا يستطيع الانسان تحملها ، نتيجة انطلاق اطنان الادخنـــة والشوائب يوميا الى جو المدينة التي تخيم عليه في بعض الايام الهادئة سحابة كثيفـــة من ابخرة المحروقات وعوادم السيارات وخاصة في وسط المدينة الذى يقع في منخفضـات طبوغرافية تساعد على ركود الهواء وتراكم الشوائب والملوثات وتعمل على الحد مـــن

---

١ . الاشغال العامة ، امانة العاصمة ، عمان ، ١٩٨٥ .

٢ . دائرة الاحصاءات العامة ، عمان ، ١٩٨٥ .



شكل ـ ٥ ـ قطاعات واحياء مدينة عمان

الاشعة الارضية الطويلة الموجات ، فيترتب على ذلك زيادة درجة حرارة المدينة عنها في ضواحيها ، مما يؤدى الى هروب بعض السكان من المدينة ، والذهاب الى الضواحي والارياف هربا من الازدحام والتلوث وسوء الطقس .

وتتلخص اهم الاهداف لهذه الدراسة فيما يلي :-

١. تحديد الآثار التي ادخلتها مدينة عمان على درجة الحرارة العظمى والصغرى والرطوبة النسبية العظمى والصغرى وسرعة الرياح واثر ذلك على الجزيرة الحرارية للمدينة .

٢. تقديم توصيات تتعلق بطبيعة الجزيرة الحرارية في مدينة عمان وامكانية الاستفادة منها في التخطيط ، للحد من انتشار التلوث الجوى ، وتخطيط نمط استخدام الارض لتوفير المناخ الجيد والملائم لحياة الانسان في المدينة عن طريق التنظيم الجيد للمباني وارتفاعها وبعدها او قربها من بعضها ، واتساع الشوارع واتجاهها والتوزيع الامثل لمصانعها ، وكلها امور هامة يجب على مخططي المدن ان يأخذوها بعين الاعتبار اعتمادا على نتائج هذه الدراسة .

٣. تستفيد من هذه الدراسة الجهات المختصة بالتدفئة المركزية وتكييف الهواء عن طريق معرفة الكسب او الفقد الحرارى للمباني واثر سرعة الرياح ودرجة حرارة الهواء على ذلك ، لتحديد حاجة البناء من التدفئة او تكييف الهواء في الوقت المناسب كما ونوعا .

٤. يمكن لدائرة الارصاد الجوية الاردنية الاستفادة ايضا من نتائج هذه الدراسة ، واعادة النظر في توزيعها الامثل لمحطاتها في المدينة ، لتكون اكثر تعبيرا في قياسها لعناصر مناخها .

ان الجزيرة الحرارية هي ظاهرة يعيش معها ويشعر بها كل مواطن يسكن في هذه المدينة ، فلا بد من معرفة اسبابها ونتائجها وتقديم التوصيات المناسبة لها ، ولهذا اختارها الباحث بأن تكون موضوعاً لدراسته .



ب ـ مصادر وطرق جمع البيانات :ـ

جمعت البيانات اللازمة لهذه الدراسة من مصادر عديدة هي :ـ

١٠ بيانات مناخية غير منشورة للفترة من ١٩٧٤ ـ ١٩٨٤ وقد تم الحصول عليها لمحطتي المطار المدني والمدرج الروماني في عمان للقراءات اليومية لعناصر المناخ التالية :ـ (درجة الحرارة والرطوبة النسبية العظمى والصغرى وسرعة الرياح) ٠

٢٠ الدوائر الحكومية المختصة ، كأمانة العاصمة ودائرة الاحصاءات العامة ودائرة السير ، واهم البيانات التي تم الحصول عليها من هذه الدوائر هي عدد سكان احياء المدينة ومبانيها وشوارعها ومساحاتها المعبدة واعداد السيارات العاملة على خطوطها ، وغير ذلك من البيانات التي اشير الى مصادرها تبعا لموقعها في فصول هذه الدراسة ٠

٣٠ الكتب والدوريات الاجنبية المختصة ، وقد اشير اليها في مراجع هذه الدراسة ٠

٤٠ بعض الخرائط المختصة كخريطة المدينة الطبوغرافية بمقياس ١ : ١٠٠٠٠ ، وخريطة استعمال الاراضي عام ١٩٨٣ ، وخرائط اخرى تنظيمية عديدة للمدينة ٠

٥٠ القياسات الميدانية :ـ

تعددت القياسات الميدانية وتنوعت تبعا لتعدد اغراض هذه الدراسة ، وتنقسم هذه القياسات الى ما يلي :ـ

٥ : ١ ـ قياس درجة الحرارة والرطوبة النسبية الصغرى والعظمى وسرعة الرياح :ـ

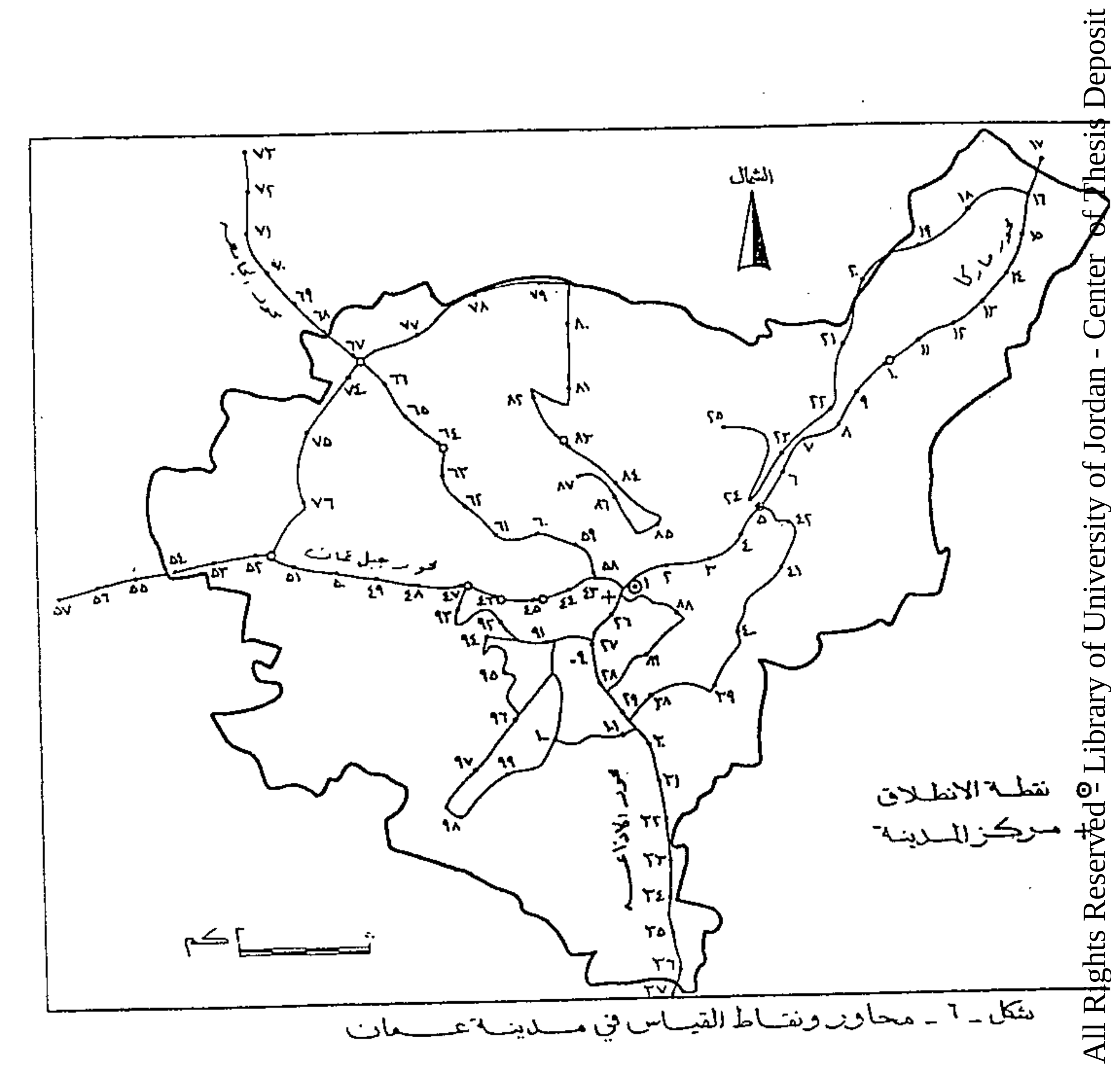
تم اختيار نقطة انطلاق في وسط المدينة تقع بالقرب من حديقة امانة العاصمة ، وقد روعي في اختيارها تسهيل عملية انطلاق سيارات القياس دون اعاقة او مخالفة للسير والسماح لاعضاء الفريق وسياراتهم بالتجمع انتظارا لبدء الانطلاق ، بالاضافة الى وجود محطة رصد جوية بالقرب منها تابعة لدائرة الارصاد الجوية ٠ وقد اخذت من نقطة الانطلاق اربعة محاور قياس رئيسية هي (شكل ٦) :ـ

ـ محور ماركا :ـ

يبدأ من نقطة الانطلاق ويتجه الى شمال شرق المدينة ، مارا بمنطقة المحطة ثم ماركا وينتهي بالقرب من مشارف مخيم شنلر عبر الطريق الرئيسية القديمة وهي طريق عمان ـ المطار ـ الرصيفة ، ويبلغ طوله ٦ر٩ كم ٠

ـ محور الاذاعة :ـ

يمر من وسط المدينة (شارع طلال) فجسر المهاجرين فالصدار فالوحدات



شكل ـ ٦ ـ محاور ونقاط القياس في مدينة عمان

فالاذاعة والتلفزيون ، ثم ينتهي على بعد ٦٠٠م من مبنى الجمرك على طريق عمان مادبا باتجاه جنوب المدينة ، ويبلغ طوله ٢ر٧ كم ٠

— محور الجامعة الاردنية :—

يبدأ من وسط المدينة ويسلك شارع الرضا فشارع الملك حسين فالعبدلي فوزارة الداخلية فالمدينة الرياضية حتى مستشفى الجامعة الاردنية ، باتجاه شمال غرب المدينة ، ويبلغ طوله ٦ر٩ كم ٠

— محور جبل عمان :—

يتجه من وسط المدينة الى شارع الامير محمد ، فشارع ٩ شعبان ، فالدوار الأول فالثاني حتى الثامن بالقرب من بيادر وادي السير باتجاه غرب المدينة ، ويبلغ طوله ٩ كم ٠ قسمت هذه المحاور الى نقاط قياس روعي في عددها تقليل المدة الزمنية التي يستغرقها القياس بحيث لا تزيد عن ساعة واحدة لجميع المحاور ، وقد اجرى الباحث عدة محاولات تجريبية لهذا التقسيم بواسطة عداد السيارة المترى ، وانتهى به الامر على ان المسافة ٦٠٠م بين النقطة والتي تليها هي افضل مسافة لاختصار الزمن ، ثم عينت هذه النقاط على الخريطة ثم على الميدان وذلك بوضع اشارات لها على الواقع ، وتم رصد عناوينها وتدرب اعضاء الفريق على معرفتها عدة مرات حتى اصبحت مألوفة للجميع ، بالاضافة الى اعتمادهم على عداد السيارات لتحديد مواقعها وخاصة في ساعات الليل ٠ بالاضافة الى المحاور الرئيسية السابقة الذكر هناك محاور اخرى ثانوية تدور حول المدينة وتتقاطع مع المحاور الرئيسية ، غرضها تحديد نقاط قياس اخرى مساعدة لتمرير خطوط الحرارة المتساوية عند رسم الاشكال التي توضح الجزيرة الحرارية للمدينة ، وهذه المحاور هي :—

أ — محور يبدأ من الدوار الخامس في جبل عمان ويتجه الى وادي صقرة فالمدينة الرياضية ، فصرح الشهيد ، فشارع الجندي المجهول مرورا بالكلية الجامعية المتوسطة فمشاغل الامن العام ثم شارع آمنة بنت وهب ، فشارع ابي العلاء المعرى (النزهة) فالقصور فوادي الحدادة حتى بداية اتصاله مع النزهة ، ويبلغ طوله ١٤ كم ٠

ب — محور يبدأ من مخيم الوحدات فشارع اسامة بن زيد فشارع اليرموك (وادي الرمم) حتى جسر النشا (المحطة) ، ويبلغ طوله ٥ كم ٠

جـ — محور يبدأ من جسر المهاجرين فرأس العين ، فحي نزال ، (فشارع الدستور) فشارع الشورى (الذراع) فشارع القدس (المخبز الآلي) فشارع المثنى بن حارثة (سوق الخضار المركزى) فشارع المستشفيات (الاشرفية) فالجوفة ،

ثم يعود الى جبل النظيف فرأس العين (مدينة الملاهي) فتقاطع وادي عبدون مع رأس العين فجبل عمان حتى الدوار الثالث ، ويبلغ طوله ١٥ كم .

د — محور يبدأ من تقاطع اتوستراد عمان — الزرقاء — الرصيفة (ماركا) فشارع الجيش ، فجسر النشأ ، فشارع الامير راشد (الهاشمي الشمالي) الى تقاطعه مع شارع قابوس ، ويبلغ طوله ٦ر٩ كم وقد اخذت المسافة بين النقطة والتي تليها على هذه المحاور الثانوية حوالي كيلو مترا ، بسبب زيادة طولها واختصارا للزمن ، وبلغ عدد نقاط القياس جميعها حوالي ١٠١ نقطة (جدول ٩) .

جدول (٩) اعداد نقاط القياس على مختلف المحاور الرئيسية والثانوية .

المحور	اتجاهه	طوله (كم)	عدد نقاط القياس
المحاور الرئيسية			
ماركا	شمال شرق	٦ر٩	١٧*
الاذاعة	جنوب	٢ر٧	١٢
الجامعة	شمال غرب	٩	١٥
جبل عمان	غرب	٦ر٩	١٦
المحاور الثانوية			
أ	غرب — شمال غرب — شمال	١٤	١٣
ب	شرق — جنوب شرق	٥	٥
جـ	جنوب — جنوب غرب	١٥	١٥
د	شمال — شمال شرق	٦ر٨	٨
المجموع		٧٨	١٠١

وقد اعتبرت هذه النقاط كمحطات رصد يقاس عندها درجة الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح ، وطبقت في كل عملية قياس الشروط التالية : —

١ . يتجمع اعضاء الفريق وعددهم ١٨ شخصا مع سيارات القياس وعددها ستة عند نقطة الانطلاق ، ثم يبدأ الجميع بالتحرك في الوقت نفسه كلّ على محور قياسه ولمدة لا تزيد عن ستين دقيقة .

---

* نقطة الانطلاق حسبت مع محور ماركا .

٢ . تقاس درجة الحرارة في الظل وبعيدا عن المساحة المعبدة والتأثير المباشـــــر للاشجار .

٣ . تحمل اجهزة القياس يدويا لارتفاع متر ونصف وبعيدا عن التأثير المباشر لتنفـــس الانسان ، والانتظار مدة كافية قبل اخذ القراءة ، وحسب متطلبات كل جهـــاز (٢ الى ٣ دقائق) .

٤ . يجب مراعاة الظروف الجوية التي تصاحب ايام القياس بقدر الامكان ، كأن تكـــون الرياح خفيفة او ساكنة ، وعدم تأثر المنطقة بأي منخفض جوي ، والسماء صافيـــة او نسبة تغيمها قليلة * . وبلغ عدد مرات القياس على هذه المحاور خمـــــس مرات ، اثنتان منها في الصيف (تموز وآب) مابين الساعة الثانية الى الثالثـــة ظهرا ، وثلاثة في الشتاء (كانون الاول والثاني) مابين الساعة الثالثة والنصف الى الرابعة والنصف صباحا ** .

واستخدم في عملية القياس جهاز سيكروميتر اسمـــــــــــــــان (Assmann Psychrometer) ، وهو نوعان ، سيكروميتر يعمل على بطاريـــة جافة (٥ر١ فولت) ، وسيكروميتر مزود بموتور (Motor) يتم تشغيله يدويـــا *** ، ويتكون كل جهاز من ميزانيين للحرارة احدهما رطب والآخر جاف ، ويقوم المبدأ الاساسي في عمله على تشغيل مروحة صغيرة موجودة به تستطيع ان تولد حركة في الهواء حـــول الميزان الرطب الذي استعمل له الماء المقطر ، ويراعي عند استعماله ان يترك فتـــرة كافية اثناء التهوية حتى يستطيع ان يقيس درجة الحرارة الجافة والرطبة ، وتقدر الفتـــرة الزمنية اللازمة للاستجابة بدقيقتين ونصف للجهاز الذي يعمل على البطارية الجافـــة ، بينما يراقب الجهاز الآخر (Motor) حتى تثبت حرارة الميزان الرطب وتتوقف عـــن الانخفاض (٥ر١ الى ٥ر٢ دقيقة) ، ثم تؤخذ القراءة للميزان الرطب اولا ثم للجـــاف ثانيا . ويمكن قراءة سيكروميتر اسمان في الظل والشمس على حد سواء ، لانه مـــزود بزجاج او حاجب معدني واقي من الاشعة ، وعلى الرغم من ذلك فقد قيست جميـــع القراءات في الظل لتوخـي الدقة . ومن خلال الفرق بين قراءة الميزان الجاف والرطـب يمكن حساب الرطوبة النسبية ، اما بواسطة مسطرة او جداول واشكال خاصة بذلـــك (شكل ٧ ، ٨ ، ٩) .

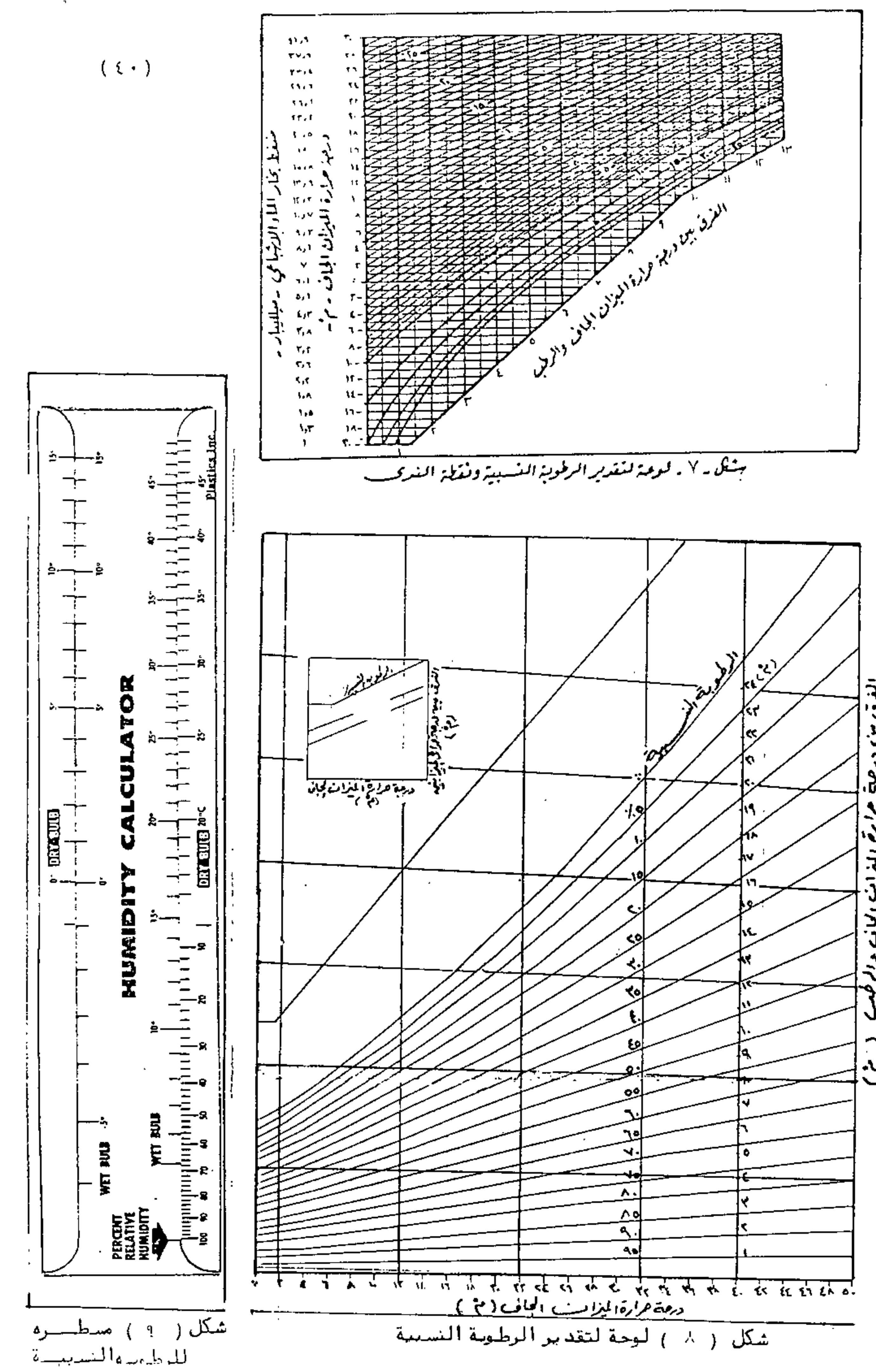
فعلى سبيل المثال لو كانت درجة حرارة الميزان الجاف هي ٢٩م ٥ والرطـــــب ٢٠ ٥م فيتم تقدير الرطوبة النسبية عن طريق تحديد الفرق بين درجة حرارة الميزانيين وهـــو ٩ ٥م ، ثم ايجاد نقطة الندى عن طريق تحديد النقطة التي يلتقي عندها الخطـــــان

---

* تم ذلك بالتنسيق المسبق مع دائرة الارصاد الجوية .

** ورد ذكر هذه القياسات في الفصل الثالث .

*** بلغ عدد الاجهزة المستخدمة من النوع الاول جهازان ، والنوع الثاني اربعة اجهزة .



شكل - ٧ - لوحة لتقدير الرطوبة النسبية ونقطة الندى

شكل (٨) لوحة لتقدير الرطوبة النسبية

شكل (٩) مسطرة للرطوبة النسبية

المتعامدان اللذان يأتي احداهما من المحور الايسر للوحة (شكل ٧) والذى يمثل درجة حرارة الميزان الجاف ، والخط الثاني يأتي من المحور الاسفل للوحة والذى يمثل الفرق بين درجتي حرارة الميزانيين ، وتكون نقطة الندى عندئذ ١٤م° ، وبعد ذلك يتم تحديد ضغط بخار الماء الاشباعي الذى يقابل درجة حرارة الميزان الجاف وهو (٣٩٫٧٥ مليبار) ، ثم يحدد ضغط بخار الماء الاشباعي عندما تكون درجة الحرارة مساوية لنقطة الندى ويساوى (١٥٫٨ مليبار) ، واخيرا يمكن الحصول على الرطوبة النسبية حسب المعادلة التالية :

$$\text{الرطوبة النسبية} = \frac{\text{ضغط بخار الماء الاشباعي عند نقطة الندى}}{\text{ضغط بخار الماء الاشباعي عند درجة الحرارة}} \times ١٠٠$$

$$\text{وتساوى} \quad \frac{١٥٫٨}{٣٩٫٧٥} \times ١٠٠ = ٤٠٪$$

وبالطريقة نفسها يمكن ايجادها من (شكل ٨) اذ نصعد عموديا من درجة حرارة الميزان الجاف (٢٩م°) على المحور الاسفل للوحة الى ان يتم تقاطعه مع الخط الذى يأتي من الفرق بين درجتي حرارة الميزانين (٩م°) على المحور الرأسي (يمين الشكل) ، ومن نقطة تقاطعهما توخذ قراءة الرطوبة من خلال الخطوط الشعاعية التي تمثل الرطوبة النسبية ، حيث تقطع هذه النقطة احد خطوط الرطوبة النسبية وهو ٤٠ ، عندئذ يكون مقدارها ٤٠٪ ، بالاضافة الى ذلك يمكن تقديرها من جداول او مسطره خاصة (شكل ٩) .

ولقياس سرعة الرياح فقد استخدم جهاز انيموميتر (Anemometer) يدوى يحمله الراصد باليد ، ويقوم المبدأ الاساسي في عمله على تحريك الرياح لثلاثة فناجين مصنوعة من البلاستك المقوى ، فعندما تهب الرياح فانها تدير الفناجين حيث تنتقل حركتها الى عداد خاص مزود بالجهاز يشير الى سرعة الرياح والتي تقاس بالميل / الساعة ، وقد قام الباحث بتحويلها الى عقدة (العقدة = ١٫٢ ميل / الساعة) .

٢:٥ ـ القياسات الميدانية الخاصة بتعديل درجات الحرارة الى مستوى واحد .

اعتبرت جميع نقاط القياس على مستوى واحد ، وتم ذلك عن طريق تعديل جميع القراءات لدرجة الحرارة الى مستوى نقطة الانطلاق البالغ ٧٤٥م عن سطح البحر ، وذلك لالغاء اثر عامل الارتفاع على تباين درجة الحرارة في المدينة . ولتحقيق ذلك فقد اجرى الباحث مايلي :ـ

أ ـ تم تحديد ارتفاع كل نقطة قياس عن سطح البحر باستخدام خريطة طبوغرافية للمدينة بمقياس ١ : ١٠٠٠٠ وفاصل كنتورى مقداره ٥م ومقارنة ذلك بقياس آخر اخذ للنقاط نفسها تم باستخدام جهاز الالتيميتر (Altometer) بمدى خط له

مقداره ± ٢م ، ثم اخذ المعدل لهاتين القراءتين ليكون بمثابة ارتفاع لكل نقطة قياس عن سطح البحر .

ب — تم تعديل قراءات درجة الحرارة باستخدام معدل تناقص لدرجة الحرارة مع الارتفاع مقداره ٦٤ر٠م لكل ١٠٠م ، وقد أُعتُمِد هذا المعدل نتيجة قياس قام به الباحث ، اذا اختار ثلاثة مبان مرتفعة ، الاول هو عمارة الشابسوغ في وسط المدينة والثاني فندق ريجنسي بالقرب من دوار الداخلية ، والثالث مستشفى الجامعة الاردنية ، وقد تم قياس درجة الحرارة في الوقت نفسه عند اسفل كل مبنى وفوق سطحه العلوي، وذلك في تمام الساعة الثانية والنصف ظهرا ، وكانت نتائج هذا القياس كما هي واردة في جدول (١٠) . وبالاضافة الى ذلك

جدول (١٠) معدل تناقص درجة الحرارة بالارتفاع في مدينة عمان في الساعة الثانية والنصف ظهرا ، بتاريخ ٢٩/٧/١٩٨٤ .

المبنى	الارتفاع (م)	درجة الحرارة اسفل المبنى (مْ)	درجة الحرارة على سطح المبنى (مْ)	الفرق بين القراءتين	معدل التناقص مْ / ١٠٠م
الشابسوغ	٦٦	٢٩ر٧	٢٩ر٣	٠ر٤	٠ر٦٠
فندق ريجنسي	٥٨	٢٧ر٦	٢٧ر٢	٠ر٤	٠ر٦٧
مستشفى الجامعة	٤٢	٢٦ر٥	٢٦ر٥	٠ر٣	٠ر٧١
المعدل					٠ر٦٦ *

فقد عدلت قراءات درجات الحرارة لبعض النقاط خاصة على المحور الثانوي (أ) و (جـ) التي زاد وقت قياسها عن ستين دقيقة بواسطة استخدام المسار اليومي لدرجة الحرارة في مطار عمان .

٣ : ٥ — القياسات الميدانية لبعض المتغيرات التي تؤثر على تباين درجة حرارة المدينة باستخدام العينة العشوائية .

---

* استخدم معدل التناقص السائد في الغلاف الجوي وهو ٦٤ر٠م / ١٠٠م وكان قريباً من المعدل التي تم الحصول عليه من القياس.

لمعرفة العوامل التي تؤثر على الجزيرة الحرارية لمدينة عمان وباستخدام بعض الاساليب الاحصائية المتقدمة وخاصة نموذج الانحدار المتعدد الخطوات ، فقد وجد ان نقاط القياس من خلال المحاور السابقة الذكر لا تفي بالغرض المطلوب ، نظرا لقلة المتغيرات التي يمكن الحصول عليها بسبب تشابه معظم الظروف المكانية المحيطة بها ، وللحصول على اكبر عدد من المتغيرات والاختلافات المكانية لنقاط القياس ، فقد قسّمت خريطة المدينة حسب مقياسها ابتداء من الزاوية الجنوبية الغربية لها الى شبكة من المربعات ، مساحة كل واحدة منها حوالي ٠ر٢٥ كم ٢ وعلى شكل شبكة من الخطوط الطولية والعرضية (شكل ١٠) . وبدأ ترقيم المربعات ابتداء من الركن الجنوبي الغربي للخريطة بحيث يمثل الخط الطولي الذى يقع على يسار الخريطة المحور الرأسي ويمثل الخط العرضي المار باسفل الخريطة المحور الافقي ، وبعد اكمال الترقيم لجميع المربعات استبعدت جميع ارقام المربعات التي لا تقع ضمن حدود المدينة واقتصر على المربعات التي تقع ضمنها بالاضافة الى المربعات التي تلامس اطرافها مباشرة ، ثم وضعت ارقامها داخل صندوق صغير ومزجت جيدا مع بعضها ، ثم سحب منها عشوائيا ستون رقما ، وقد تم تحديد هذا العدد ليناسب عدد الاجهزة المتوفرة للقياس والبالغة ستة ، اى بمعدل عشرة نقاط لكل جهاز بقصد اختصار زمن القياس بحيث لا يزيد عن ستين دقيقة ، وحرصا على عدم تغير عناصر الجو خلال فترة القياس وخاصة فيما يتعلق بالرطوبة النسبية السريعة التغير . وبعد سحب الارقام عشوائيا تم تثبيت ارقامها على الخريطة كل حسب مربعه واصبحت كل نقطة قياس تمثل مركزا لمربعها ، ثم حددت مواقعها بعد ذلك على الميدان ، الا ان بعضها وعددها ثلاثة لا يمكن وضعها على الواقع واعتبارها نقاط قياس ، بسبب وقوعها في مناطق يمنع الوصول اليها كمطار عمان ومنطقة القصور الملكية ، فأستثنيت واصبح العدد النهائي سبعا وخمسين نقطة قياس ، تمثل حجما للعينة مقداره ١٤٪ من المجموع الكلي للمربعات ، واصبحت هذه النقاط محطات قياس لعناصر الجو الثلاثة وهي درجة الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح .

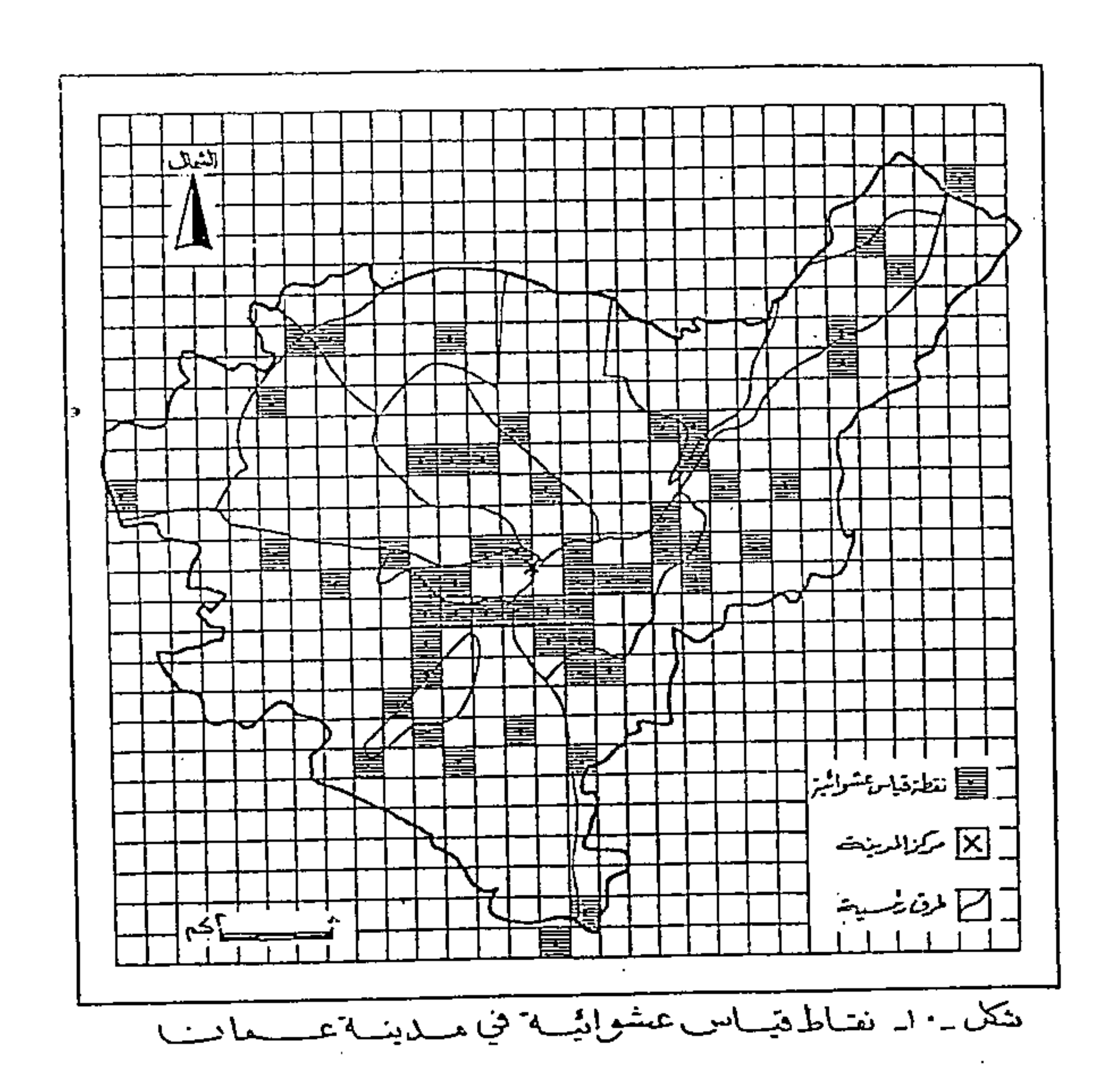
وقد تم لهذه النقاط ثلاثة قياسات ، قياسان في شهر آب في الساعة الثانية الى الثالثة ظهرا يوم جمعة وخميس بتاريخ ١٩٨٤/٨/١٧ و ١٩٨٤/٨/٢٣ على التوالي ، وتم قياس ثالث في شهر كانون الثاني مابين الساعة الثالثة والنصف والرابعة والنصف من صباح يوم الاثنين بتاريخ ١٩٨٥/١/٢١ .

ولاستخدام نموذج الانحدار المتعدد الخطوات فقد تم قياس المتغيرات الموضحة في جدول (١١) . وقد تم قياس هذه المتغيرات ميدانيا من مربع طوله ٦ر٣١ مترا ، اى بمساحة تقدر ب ١٠٠٠ م٢ بحيث تشكل كل نقطة قياس مركزا لذلك المربع ، ويعود سبب اختيار هذه المساحة الى سببين هما :ـ

أ ـ يبلغ ارتفاع اعلى مبنى عند نقاط القياس حوالي ٣١ مترا ، وبذلك يكون اكبر تأثير لارتفاع المباني على نقاط القياس هو ذلك الارتفاع * .

---

* يؤثر ارتفاع المباني على كمية الاشعة الشمسية المباشرة التي تصل الى سطح الارض ، بالاضافة الى تأثيره على سرعة الرياح ، للمزيد من التفصيلات انظر الفصل الاول .



شكل - ١٠ - نقاط قياس عشوائية في مدينة عمان

ب ـ تعدّ وحدة القياس المتبعة في امانة العاصمة هي الدونم (١٠٠٠م٢) ، وقد اعتمد كثيرا على بياناتها في بعض الفصول من هذه الدراسة .

جدول (١١) المتغيرات التي ادخلت في نموذج الانحدار المتعدد الخطوات

الرقم	المتغير
2	معدل سرعة الرياح عند نقطة القياس (عقدة) .
3	الكثافة السكانية (نسمة / دونم) .
4	نسبة الفضاء (٪) .
5	كثافة المواصلات اثناء وقت القياس (سيارة / ساعة) .
6	نسبة المساحة المعبدة (٪) .
7	نسبة المساحة المغطاة بالمباني (٪) .
8	معدل ارتفاع المباني في الدونم (بالامتار) .
9	نسبة عدد المباني الاسمنتية من العدد الكلي للمباني (٪) .
10	كثافة الاشجار .
11	معدل درجة الانحدار .
12	معدل ابتعاد المباني (بالامتار) .
13	عرض الشارع الذى تقع عليه النقطة .
14	بعد النقطة عن مركز المدينة (بالامتار) .
15	اتجاه النقطة من مركز المدينة (بالدرجات) .
16	اتجاه السفح الذى تقع فيه النقطة (بالدرجات) .
17	الزاوية التي يعطيها اتجاه الرياح مع الشارع الذى تقع عليه نقطة القياس.

وقد تم قياس هذه المتغيرات الواردة في جدول (١١) على النحو التالي :ـ
استخرجت الكثافة السكانية من شكل (١١) والذى عمل للكثافة السكانية في عمان على اساس تقدير عدد سكان احياء المدينة لعام ١٩٨٥ استنادا الى التعداد الشامل لسكان المدينة عام ١٩٧٩ وفقا للمعادلة التالية [١]:

$$ك_٢ = ك_١ (١ + ر)^ن$$

حيث ان :ـ

$ك_١$ = عدد سكان الحي عام ١٩٧٩ .

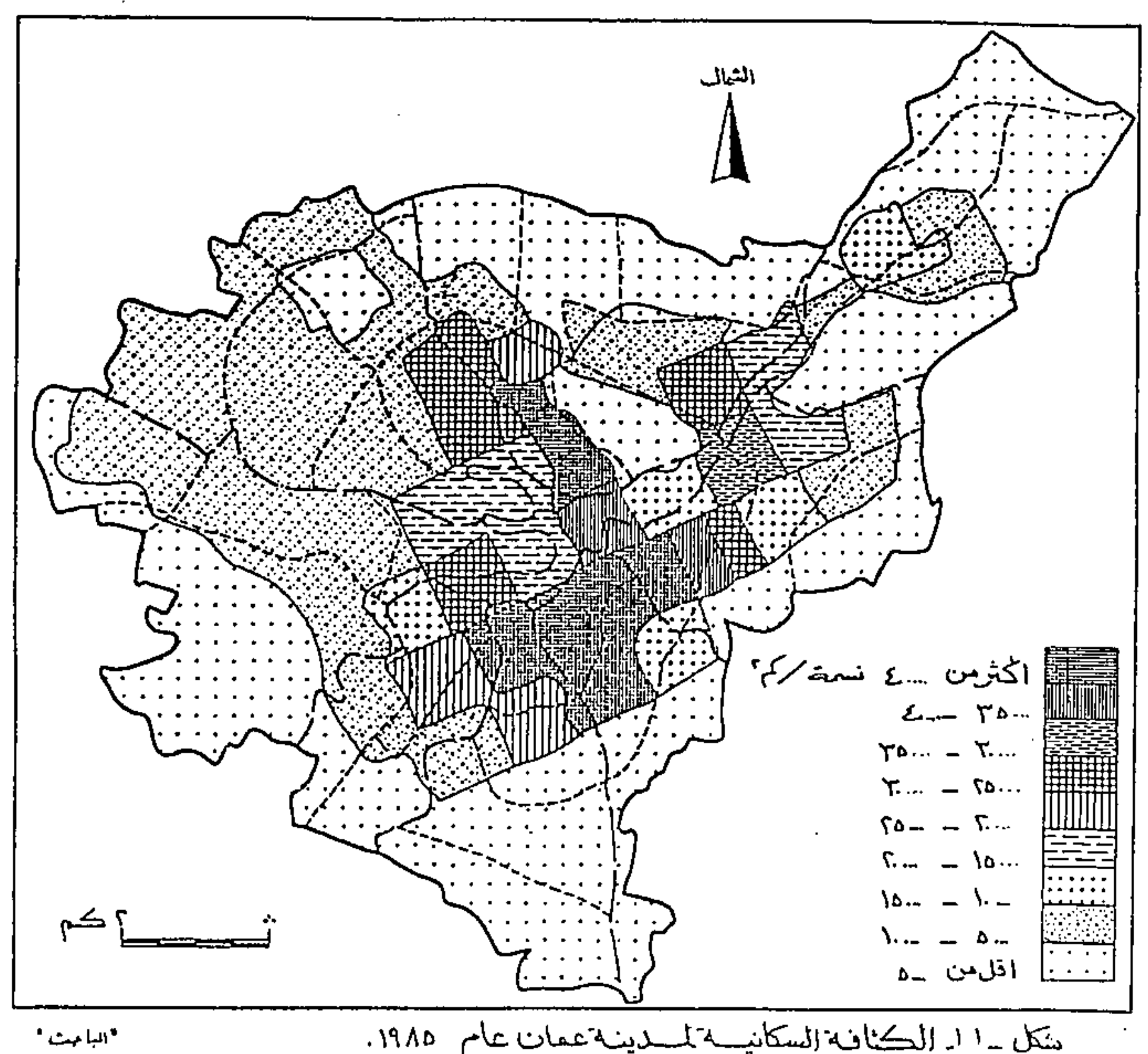
$ك_٢$ = عدد سكان الحي للسنة المطلوب تقدير السكان فيها .

ر = معدل النمو السكاني للمدينة ويساوى ٨ر٣٪ [٢] .

---

١ . فتحي ابوعيانة ، مدخل الى التحليل الاحصائي في الجغرافيا ، دار المعرفة الجامعية ، الاسكندرية ، ط ٢ ، ١٩٨١ ، ص ٨٩ .

٢ . دائرة الاحصاءات العامة ، عمان .



شكل - ١١ - الكثافة السكانية لمدينة عمان عام ١٩٨٥.

"الباحث"

ن - الفترة الزمنية مابين السنة المعلومة (١٩٧٩) والسنة المراد تقدير السكان فيها (١٩٨٥) .

اما المتغيرات ذات النسب المئوية (مساحة الفضاء ، والمعبّده والمغطاه بالمباني) فقد قيست المساحة التي يشغلها كل متغير من الدونم ، ثم اخرجت لكل منها نسبتها المئوية حسب المعادلة التالية :-

$$\text{نسبة مساحة المتغير} = \frac{\text{مساحة المتغير}}{\text{مساحة الدونم}} \times ١٠٠$$

اما المتغير الذى يخص نسبة عدد المباني الاسمنتية ، فقد تم حصر العدد الكلي للمباني في الدونم وعدد المباني الاسمنتية منها ثم اخرجت لها النسبة كما يلي :-

$$\text{نسبة عدد المباني الاسمنتية} = \frac{\text{عدد المباني الاسمنتية}}{\text{مجموع عدد المباني في الدونم}} \times ١٠٠$$

وفيما يتعلق بكثافة المواصلات ، فقد تم حصر عدد السيارات التي مرت عن نقطة القياس فترة اجرائه (٥ دقائق) ثم حولت في الساعة . اما المتغيرات المتعلقة باتجاه النقطة سواء من مركز المدينة او للسفح الذى تقع فيه ، فقد استخدمت المنقلة بالاستعانة بالخريطة التنظيمية والطبوغرافية والميدان احيانا .

اما مقدار الزاوية التي يعملها اتجاه الرياح مع اتجاه الشارع ، فقد اعتمد الباحث على مقدار اتجاه الرياح التي كانت سائدة وقت القياس (بالدرجات) ثم اسقط من جهة هبوبها على الخريطة مجموعة من الخطوط الشعاعية الى جميع نقاط القياس ، ثم قيست زاوية سقوط كل شعاع على الشوارع التي تقع عليها كل نقطة قياس باستخدام المنقلة . اما فيما يتعلق بمعدل درجة الانحدار ، فقد اخذ منسوب ادنى واعلى نقطة في الدونم الذي تشكل نقطة القياس مركزا له على الخريطة الطبوغرافية للمدينة بمقياس ١ : ١٠٠٠٠ ، ثم استخدمت المعادلة التالية :-

$$\text{معدل درجة الانحدار} = \frac{ع_1 \times ٦٠}{ع_2} .$$

حيث أن :-

$ع_1$ - فرق الارتفاع بين منسوب اعلى وادنى نقطة في الدونم (المسافة الرأسية) .

$ع_2$ - المسافة الافقية الحقيقية بين اعلى وادنى نقطة في الدونم باستخدام مقياس الخريطة .

٥ : ٤ - قياس الانعكاس الحراري .

اختيرت ليلتان في الشتاء كانت السماء فيهما صافية والطقس باردا والرياح في احدهما خفيفة وفي الاخرى ساكنة ، حيث قيست درجة الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح على ثلاثة شوارع في المدينة ، الاول يبدأ من جبل حي نزال وينحدر مع سفحه

الى الوادى فيما يعرف باسم رأس العين ، ثم يبدأ الشارع الثاني مع الوادى اتجـــاه جسر المهاجرين ، الذى يبدأ منه الشارع الثالث مارا بالصدار حتى تقاطع شارع مخيم الوحدات مع شارع مادبا ، حيث تشكل الشوارع الثلاث مع بعضها شكل حـــرف لا (انظر خريطة ٧) . وقد استخدم في القياس جهاز سيكروميتر اسمان وجهاز انيموميتر والاليتميتر وقد تم حملها يدويا ، وقيست درجة الحرارة وسرعة الرياح على ارتفـــاع متر ونصف من سطح الارض في تمام الساعة الرابعة صباحا بتاريـــخ ١٩٨٥/٢/٨ و ١٩٨٥/٣/١ ، وقد استغرق القياس خمسا وستين دقيقة ، حيث اخذت القـــراءات لعشرين نقطة تبعد الواحدة عن الاخرى ٢٠٠ متر ، وتم معرفة مقدار منسوب كـــل نقطـة باستخدام جهاز الاليتميتر .

جـ ــ وسائل المعالجة الاحصائية :ــ

تم تعديل جميع القراءات الخاصة بدرجة الحرارة الى مستوى واحد وهـو مستوى ارتفاع نقطة الانطلاق والبالغ ٧٤٥م ، باستخدام معدل تناقص مقداره ٦٤ر٠ م° لكل مئة متر وعن طريق المعادلة التالية :ــ

$$ح \pm \left[٠٫٦٤ \times \frac{ع٢ - ع١}{١٠٠} \right]$$

حيـــــث ان :ــ

- ع١ = ارتفاع نقطة الانطلاق وهو ٧٤٥ مترا فوق سطح البحر .
- ع٢ = ارتفاع نقطة القياس المراد تعديل درجة حرارتها .
- ح = درجة الحرارة التي قيست عند نقطة القياس .

فاذا كان الفرق بين ع٢ و ع١ سالبا يطرح صافي الطرف الأول للمعادلة (الموجـــود بين القوسين) من ح اما اذا كان موجبا فيضاف الى قيمة ح . وقد استخدمـــت هذه المعادلة لجميع القياسات التي اجراها الباحث وعددها خمسة عن طريـــق المحاور وثلاثة للنقاط العشوائية .

ولمعرفة نمط التوزيع المكاني لدرجة الحرارة في المدينة ، تم استخـــدام ثلاثة نماذج لاسطح الانحدار Trend surface من الدرجة الاولى والثانيـــة والثالثة ، كما يلي [1] :ــ

الدرجة الاولـــى :ــ

$$Y = a+b_1U+b_2V\pm e$$

حيـــث ان :ــ

Y = درجة الحرارة المعدلة (مقدرة)

---

١ . بواسطة الحاسب الالكتروني .

U = الاحداثي السيني لنقطةالقياس ·
V = الاحداثي الصادى لنقطة القياس ·

الدرجة الثانيـــــــة :ـ

$$Y = a+b_1U+b_2V+b_3U^2+b_4V^2+b_5UV \pm e$$

الدرجة الثالثـــــــة :ـ

$$Y=a+b_1U+b_2V+b_3U^2+b_4UV+b_5V^2+b_6U^3+ b_7U^2V+b_8UV^2+b_9V^3 \pm e$$

وقد استخدم هذا النموذج الاحصائي (سطح الانحدار) في العديـد من الابحاث العلمية وأول من استخدمه علماء الجيولوجيا ومن ثم شاع استعماله لــدى الجغرافيين ، وذلك لمعرفة نمط التوزيع المكاني لبعض الظاهرات الجغرافية ، ويمتـاز هذا النموذج بقدرته على ابعاد اثر المتغيرات المحلية الدقيقة في تفسير نمط توزيـع ظاهرة ما ، او حسابها ، وذلك بالتحكم في درجة سطح الانحدار ، وقد عمــد الجغرافيون الى استخدام سطح الانحدار من الدرجة الثالثة للوصول الى تفسيـر اكبر لنمط توزيع الظواهر المدروسة ولاعطاء وزن اكبر للظروف الموضعية ·

ولمعرفة العوامل المؤثرة على اختلاف درجة الحرارة فقد جرى تطبيـق نموذج الانحدار المتعدد الخطوات (Multiple regression) وكانـت درجة الحرارة المعدلة للنقاط العشوائية هي المتغير التابع ، اما المتغيرات الـواردة في جدول (١١) فقد استخدمت جميعها كمتغيرات مستقلة في معادلة خـط الانحدار المتعدد الخطوات على النحو التالي :ـ *

$$Y=a+b_2x_2+b_3x_3+b_4x_4+b_5x_5+b_6x_6+b_7x_7 \ldots\ldots\ldots\ldots b_{17}x_{17}$$

حيـــث ان :ـ

Y = درجة الحرارة المعدلة (مقدرة) ·

x_2 و x_3 و x_4 .... x_{17} فهي كما وردت في جدول (١١) · وقد تم تطبيق النموذج الاحصائي السابق ثلاث مرات وكانت درجة الحرارة المعدلة دائمـا هي المتغير التابع في حين ادخلت المتغيرات المستقلة السابقة الذكر جميعها فــي المرة الاولى ، ثم ادخلت المتغيرات الطبيعية الواردة في جدول (١٢) فقـط كمتغيرات مستقلة في المرة الثانية ، ثم ادخلت المتغيرات البشرية الواردة فــي جدول (١٣) فقط كمتغيرات مستقلة في المرة الثالثة ** · وكانت معادلة خـط الانحدار المتعدد الخطوات للعوامل الطبيعية هي :ـ

---

* استخدم بواسطة الحاسب الالكتروني ·

** اعتمد الباحث عند تقسيم المتغيرات الى طبيعية واخرى بشرية على مدى تأثـر المتغير بالعوامل الطبيعية والبشرية ·

$$Y=a+b_2x_2+b_4x_4+b_{11}x_{11}+b_{14}x_{14}+b_{15}x_{15}+b_{16}x_{16}+b_{17}x_{17}$$

حيـــــــث ان :ـ

Y = درجة الحرارة المعدلة (مقدرة) ٠

x_2 ، x_4 ، x_{11} ، x_{14} ، x_{15} ٠٠٠٠٠x_{17} فهي كما وردت في جدول (١٢) ٠

جدول (١٢) المتغيرات الطبيعية التي تؤثرعلى تباين درجة الحرارة في المدينة وادخلت كمتغيرات مستقلة في معادلة خط الانحدار المتعدد الخطوات٠

رمز المتغير	المتغيـــــــــــــــــــــــــــــــــر
x_2	معدل سرعة الرياح عند نقطة القياس (عقدة) ٠
x_4	نسبةالفضاء (٪) ٠
x_{11}	معدل درجة الانحدار ٠
x_{14}	بعد نقطة القياسعن مركز المدينة (بالامتار) ٠
x_{15}	اتجاه نقطة القياسمن مركز المدينة (بالدرجات) ٠
x_{16}	اتجاه السفح الذى تقععليه نقطة القياس (بالدرجات) ٠
x_{17}	مقدار الزاوية التي يعملها اتجاه الرياح مع الشارعالذى تقـــع عليه نقطة القياس ٠

اما معادلة خط الانحدار المتعدد الخطوات للعوامل البشرية فهي كمايلي :ـ

$$Y=a+b_3x_3+b_5x_5+b_6x_6+b_7x_7+b_8x_8+b_9x_9+b_{10}x_{10}+b_{12}x_{12}+b_{13}x_{13}$$

حيـــــــث ان :ـ Y = درجة الحرارة المعدلة (مقدرة) ٠

x_{13}، x_{12}، x_{10}، x_9، x_8، x_7، x_6، x_5، x_3 كما وردت في جدول (١٣) ٠

جدول (١٣) المتغيرات البشرية التي تؤثرعلى تباين درجة حرارة المدينة وادخلت كمتغيرات مستقلة في معادلة خط الانحدار المتعدد الخطـوات٠

رمز المتغير	المتغيـــــــــــــــــــــــــــــــــر
x_3	الكثافة السكانية (نسمة / دونم) ٠
x_5	كثافة المواصلاتعند نقطة القياس (سيارة / الساعة) ٠
x_6	نسبة المساحة المعبدة (٪) ٠

تابع جـــــدول (١٣)

رمز المتغير	المتغيـــــــــــــــــــــر
x_7	نسبة المساحة المغطاه بالمباني (٪) •
x_8	معدل ارتفاع المباني •
x_9	نسبة عدد المباني الاسمنتية من المجموع الكلي للمباني •
x_{10}	كثافة الاشجار •
x_{12}	معدل ابتعاد المباني عن بعضها (بالامتار) •
x_{13}	عرض الشارع الذي تقع عليه نقطة القياس •

استخدم نموذج الانحدار المتعدد الخطوات في هذه الدراسة ، لانــــه من اكثر النماذج استعمالا لدى الجغرافيين ،وبواسطته يمكن تحديد مدى مشاركـــة كل متغير مستقل في تفسير تشتت المتغير التابع ، وذلك بادخال اكثر المتغيـــــرات المستقلة تفسيرا للتشتت في اول خطوات الانحدار المتعدد الخطوات ، ثم يليـــــه المتغير الاقل تفسيرا ،وهكذا الى ان ينتهي ادخال جميع المتغيرات المستقلة فـــي المعادلة • ولتحديد العلاقة بين درجة الحرارة المعدلة والمتغيرات المستقلـــة ، تم تطبيق النموذج الاحصائي (الانحدار البسيط) حيث كانت درجة الحرارة متغيـــرا تابعا،وكل متغير على حده متغير مستقل ، وذلك بموجب معادلة خط الانحدار التالية :ـ

$$Y = a + b_2x_2$$
$$Y = a + b_3x_3$$

⋮

وهكذا لجميع المتغيـــرات

اما البيانات الخاصة بالانعكاس الحراري فقد عولجت احصائيا بواسطة استخدام متوســـط متحرك ثلاثي للتقليل من التقلبات الغير منتظمة والحصول على شكل بياني منتظـــم ، ولكي نحصل على خط انحدار للعلاقة بين درجة الحرارة وارتفاع النقطة (الانعكـــاس الحراري) فقد تم تطبيق النموذج الاحصائي للانحدار البسيط ، حيث كانت درجـــة الحرارة متغيرا تابعا وارتفاع النقطة متغيرا مستقلا ، وذلك بموجب معادلة خـــــط الانحدار التالية :ـ

ثبت المصادر والمراجع

اولا : المصادر والمراجع العربية :-

أ - المصادر :-

١. دائرة الاحصاءات العامة ، التعداد العام للمساكن والسكان ، عمان ، ١٩٧٩ .

٢. دائرة الارصاد الجوية ، ملفات ، عمان ، ١٩٣١ - ١٩٨٥ .

٣. دائرة الاشغال العامة ، امانة العاصمة ، ملفات وخرائط ، عمان ، ١٩٨٥ .

٤. دائرة الدراسات ، امانة العاصمة ، ملفات وخرائط ، عمان ، ١٩٨٣ .

٥. دائرة المباني ، امانة العاصمة ، ملفات وخرائط ، عمان ، ١٩٨٥ .

٦. قسم الخطوط ، دائرة السير ، ملفات ، عمان ، ١٩٨٤ .

٧. هندسة المرور ، امانةالعاصمة ، ملفات وخرائط ، عمان ، ١٩٨٥ .

ب - المراجع العربية :-

١. حسن ابو العنين : اصول الجغرافيا المناخية ، الدار الجامعية ، بيروت ، ط١ ، ١٩٨١ .

٢. حسن عبد القادر : مدينةعمان ، دراستجغرافية ، عمان ، ط١ ، ١٩٨٠ .

٣. رزق باسيلي : هندسة التكييف والتبريد ، دار النهضة العربية ، القاهرة ، ط ٢ ، ١٩٦٧ .

٤. روبير اوزيل : فن تخطيط المدن ، ترجمة بهيج شعبان ، بيروت - باريس ، ١٩٨٢ .

٥. فتحي ابوعيانة : مدخل الى التحليل الاحصائي في الجغرافيا ، دار المعرفة الجامعية ، الاسكندرية ، ١٩٨١ .

٦. نعمان شحادة : علم المناخ ، مطبعة النور النموذجية ، عمان ، ١٩٨٣ .

٧. نعمان شحادة : المناخ العملي ، مطبعة النور النموذجية ، عمان ، ١٩٨٣ .

٨. نعمان شحادة : ميترولوجية التلوث الجوى ، عمان .

٩. يوسف فايد : جغرافية المناخ والنبات ، دار النهضة العربية ، القاهرة ، ١٩٧٣ .

جـ - المجلات :-

١. بلدى ، عمان ، السنة الثانية ، عدد ١٣ ، تشرين اول ، ١٩٨٣ .

٢. المدينة العربية ، الكويت ، السنة الثالثة ، عدد ١٢ ، ابريل ، ١٩٨٤ .

٣. المدينة العربية ، الكويت ، السنة الثانية ، العدد الثامن ، ١٩٨٣ .

الفصل الثالث

الجزيرة الحرارية لمدينة عمان

تتأثر الجزيرة الحرارية لمدينة عمان في الصيف والشتاء بعوامل عديدة وخاصة بطبيعة المناخ السائد فيها ، كما تؤثر هي الاخرى على بعض العناصر المناخية كالرطوبة النسبية وسرعة الرياح في المدينة ، ويتضح ذلك فيما يلي :-

اولا :- مناخ مدينة عمان :-

تتأثر مدينة عمان بعوامل وخصائص المناخ في الاردن حيث يؤثر على مناخ الاردن عوامل عديدة ، اهمها الموقع الفلكي وعامل الارتفاع او الانخفاض عن مستوى سطح البحر ، والقرب او البعد من المسطحات المائية .

وبشكل عام تقع الاردن بين درجتي عرض ٢٩° الى ٣٣° شمالا ، مما جعلها تقع ضمن العروض المعتدلة والشبه جافة ، حيث تتأثر الجهات الغربية والشمالية بمناخ البحر الابيض المتوسط ، والجهات الشرقية والجنوبية بالمناخ الصحراوى والشبه صحراوى . ويساعد عامل الارتفاع عن سطح البحر على اختلاف كميات الامطار ودرجات الحرارة من منطقة لاخرى في البلاد ، حيث تحظى المناطق المرتفعة والتي تقع في مهب اعاصير الشتاء القادمة من جهة البحر المتوسط بكميات من الامطار اكثر من المناطق المنخفضة وخاصة في بقاع الاخدود الاردني الذى ينخفض في بعض مناطقه بحوالي ٣٩٠م دون سطح البحر ، مما يجعله يقع ضمن المناخ الصحراوى .

وتقل كمية الامطار بالاتجاه من الغرب الى الشرق ومن الشمال الى الجنوب ، ويعتمد ذلك على وقوع المنطقة ضمن مسالك المنخفضات الجوية التي تأتي معظمها من البحر الابيض المتوسط شتاء ، حيث تقع الجهات الداخلية في الشرق والجنوب على الاطراف الجنوبية الجافة من الاعاصير التي تزور المناطق الشمالية من البلاد ، كما ان الغالبية الساحقة من المنخفضات التي تصل من مسالك الحوض الجنوبي للبحر المتوسط وتصل هذه الجهات ، تكون قد استنزفت اثناء رحلتها الطويلة على السواحل الشمالية من قارة افريقيا فلا تسقط سوى القليل من الامطار ، لدرجة ان اهلى جبال الاردن بقمة رم يقع في نطاق خط المطر المتساوى ٥٠ ملم سنويا [(١)] ، في حين تبلغ كمية الامطار السنوية الساقطة على راس منيف شمال الاردن حوالي ٥١٩ ملم ،

---

١ . للمزيد من التفصيلات عن مناخ الاردن انظر :-
صلاح الدين البحيرى ، جغرافية الاردن ، عمان ، ط ١ ، ١٩٧٣ ، ص ص ٢١ - ٢٧ .

كما وتبلغ كمية الامطار السنوية الساقطة في ناعور حوالي ٤١١ ملم ، بينما لاتزيد في محطة الجفور (H4) عن ٧٦ ملم سنويا (١) .

وعموما يتميز مناخ الاردن بأنه حار جاف صيفا ومعتدل ماطر شتاء ، حيث تتأثر مدينة عمان بخصائص هذا المناخ بالاضافة الى تأثر مناخها بموقعها على حافة الصحراء ، مثلما يتأثر بموضعها فوق هضبة يتوسطها مقعر عمان وتتخللها مجموعة اودية تنتهي في هذا المقعر * .

وتعد المدينة مسرحا تلتقي عليه مؤثرات الصحراء والبحر المتوسط ، وعلى العموم فان مناخ عمان انتقالي بين مناخ البحر المتوسط في الغرب والمناخ الصحراوى في الشرق ، وهو مناخ حار جاف صيفا ومعتدل بارد شبه رطب شتاء . وتتعرض المدينة لموجات حارة قادمة من الصحراء في بعض ايام الربيع والصيف والخريف ، مثلما تتعرض لموجات باردة قادمة من اوروبا وسيبيريا في بعض ايام الشتاء ، وتتفاوت درجات الحرارة داخل عمان نتيجة الوضع الطبوغرافي لها ، فتزداد درجة الحرارة في وسط المدينة وبطون الاودية عنها في المناطق الجبلية المرتفعة ، ومن جهة ثانية فان الجهات الشمالية والغربية من المدينة اكثر اعتدالا من الجهات الجنوبية والشرقية التي تتأثر بالمناخ الصحراوى ، وينتج عن تفاوت درجات الحرارة بين قمم الجبال وبطون الاودية تصاعد الهواء الملوث بفعل عوادم السيارات نهارا من وسط المدينة الى الاحياء السكنية في الجبال ، ويحدث العكس تماما في الليل .

وتبلغ كمية الامطار السنوية التي تسقط على عمان حوالي ٤١٧ و ٤١٠ ملم و ٢٩٠ ملم لمحطة دائرة اراضي عمان والمدرج الروماني ومطار عمان على التوالي (٢) . ويعني ذلك تناقص كمية الامطار بالاتجاه من الغرب الى الشرق في المدينة . ويتفاوت توزيع الامطار داخل المدينة بسبب تفاوت الارتفاع بين اجزاء العاصمة من جهة وبسبب القرب او البعد عن البحر ومواجهة الرياح المطيرة من جهة ثانية ، حيث تبلغ كمية الامطار السنوية التي تسقط على مطار عمان حوالي ٦٩٪ من مجموع الامطار السنوية الساقطة على محطة دائرة الاراضي في جبل اللويبدة ، ويعود هذا التفاوت الى اسباب عديدة اهمها وقوع محطة دائرة اراضي عمان في موقع اكثر ارتفاعا ومواجهة للرياح الشتوية المطيرة من موقع مطار عمان .

---

١ . دائرة الارصاد الجوية الاردنية ، عمان .

* انظر شكل (٣٤) ، ص ٩٠ .

٢ . دائرة الارصاد الجوية ، عمان .

وكثيرا ماتكون امطار المدينة مصحوبة بالعواصف الرعدية وتسقط على شكل زخات قوية وبكميات كبيرة خلال فترة قصيرة من الزمن الامر الذى يعرض المدينة لاخطار الفيضانات وسيول الاودية التي تهدم كثيرا من المنازل الواقعة على جوانب الاودية . وفيما يتعلق بنسبة عدد الايام التي تساقطت فيها الثلوج على مدينة عمان خلال فترة ١٩٧٣ الى ١٩٧٥ ، يمكن القول بأنها بلغت ٤ر٢٪ من مجموع ايام شهر كانون الثاني من كل عام وبنسبة ٣ر٢٪ من مجموع ايام شهر شباط وبنسبة ٧ر٠٪ من مجموع ايام كل من شهرى كانون اول وآذار ، ويبلغ عدد الايام التي حدثت فيها عواصف ترابية خلال الفترة ١٩٦٦ ـ ١٩٧٧ حوالي ١٧ يوما ، منها عشرة ايام في الربيع وسبعة ايام في الشتاء (١) .

وعموما يمكن تصنيف مناخ مدينة عمان حسب تصنيف كوبن على النحو التالي (٢) :ـ

١ . وسط المدينة وتمثله محطة المدرج الروماني وتصنيفه هو : Csa ، اى ان مناخ وسط المدينة معتدل ماطر شتاء حار صيفا . *

٢ . الجهات الشمالية الشرقية وتمثلها محطة مطار عمان وتصنيفها هو : Bsk اى ان المناخ شبه جاف ، او ما يسمى باستبس العروض الوسطى والذى يتميز بشتاء بارد قليل الامطار وصيف حار وجاف . **

ثانيا : بعض الخصائص المناخية لمدينة عمان :ـ

تعدّ درجة الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح من العناصر المناخية الرئيسية التي تتأثر اكثر من غيرها بالجزيرة الحرارية . ويؤدي ارتفاع درجة الحرارة في المدينة عنها في اطرافها الى زيادة مقدرة الهواء على استيعاب بخار الماء وبالتالي تنخفض الرطوبة النسبية كما تؤدى زيادة درجة الحرارة في وسط المدينة وخاصة في ساعات الظهر الى زيادة سرعة الرياح بسبب اضطراب وتهيج الهواء . ولتوضيح ذلك فقد استخدمت البيانات المناخية المتوفرة في محطتين للرصد الجوى في مدينة عمان ، تقع الاولى في مطار عمان ، والثانية في المدرج الروماني ، ونظرا لموقع هاتين المحطتين ، فان المحطة الاولى تمثل الضاحية الشمالية الشرقية للمدينة ، بينما تمثل المحطة الثانية وسط المدينة .

---

١ . للمزيد من التفصيلات عن مناخ مدينة عمان انظر :ـ
حسن عبد القادر ، مدينة عمان ، دراسة جغرافية ، عمان ، ط١ ، ١٩٨٠ ، ص ص ٢٩ ـ ٣٥ .
٢ . للمزيد من التفصيلات عن تصنيف كوبن انظر :ـ
نعمان شحادة ، المناخ العملي ، عمان ، ١٩٨٣ ، ص ص ١٥٠ ـ ١٥٩ .
* تبلغ كمية الامطار السنوية في محطة المدرج حوالي ٤١٠ ملم ، والمعدل السنوى للحرارة ٥ر١٨ °م ، والمعدل الشهرى لاكثر شهور الصيف حرارة وهو تموز حوالي ٢٦ °م .
** تبلغ كمية الامطار السنوية في محطة مطار عمان حوالي ٢٩٠ ملم والمعدل السنوى للحرارة ٩ر١٦ °م .

وقد استخدمت البيانات المتوفرة في هاتين المحطتين للفترة مابين ١٩٧٤ ــ ١٩٨٤ ، لمقارنة الاختلافات بينهما في عناصر المناخ الرئيسية وهي :ــ

١٠ درجة الحرارة العظمى والصغرى ٠
٢٠ الرطوبة النسبية العظمى والصغرى ٠
٣٠ سرعة الرياح ٠

١٠ درجة الحرارة :ــ

أ ــ درجة الحرارة العظمى :ــ

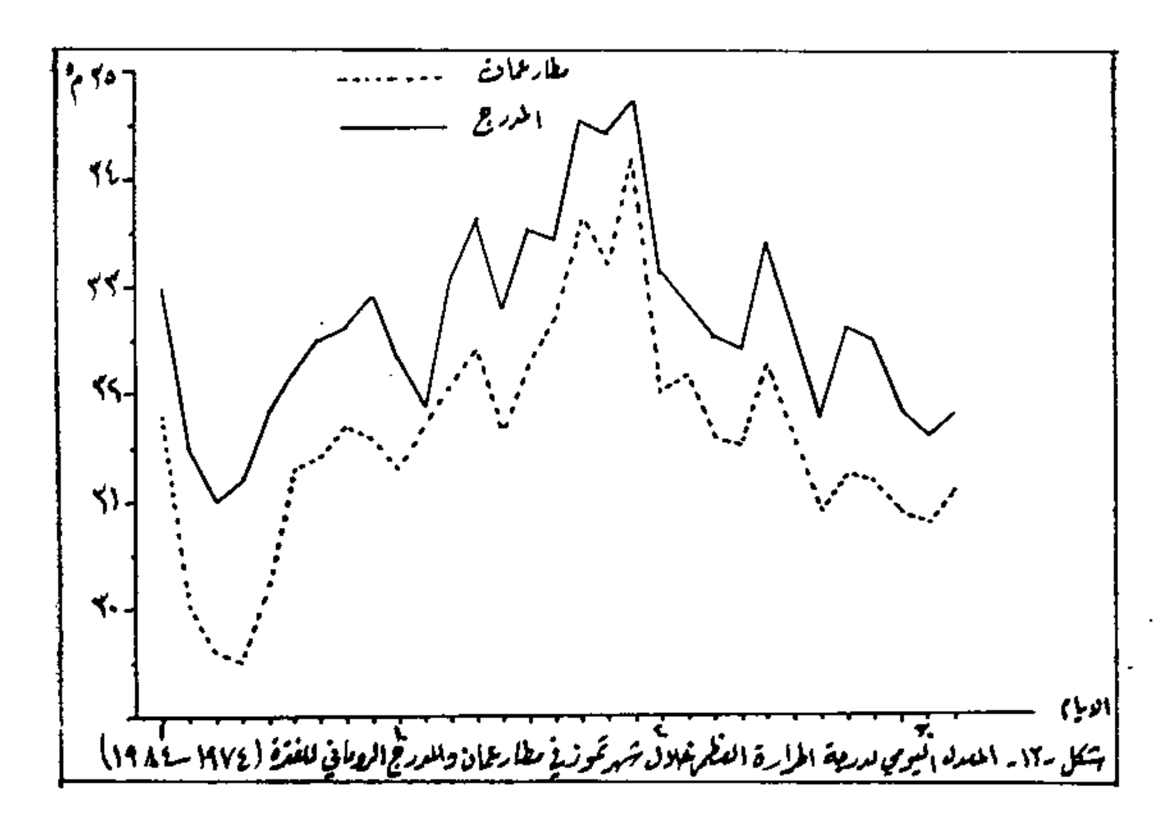
يزيد المعدل اليومي لدرجة الحرارة العظمى في وسط المدينة عنه في الاطراف صيفا وشتاء (شكل ١٢ ، ١٣ ، جدول ١٤) ، ولربما يرجع ذلك الى تأثر المدينة بالجزيرة الحرارية التي تعمل على رفع درجة حرارته ٠ ويوضح المسار اليومي لدرجةالحرارة في مطار عمان شكل (١٤ ، ١٥) ، ان درجة الحرارة تبدأ بالارتفاع تدريجيا منذ شروق الشمس وتستمر في ذلك الى ان تبلغ ذروتها مابين الساعة الثانية والثالثة ظهرا ٠ ويكون الاختلاف في معدل درجة الحرارة العظمى بين المحطتين اكبر في الشتاء منه في الصيف ، جدول (١٤) ، ففي اشهر الشتاء (كانون الاول والثاني وشباط) يزيد المعدل الشهرى لدرجة الحرارة العظمى للمدرج عنه للمطار بحوالي ١ر٢ ــ ٣ر٢ درجةمئوية ،[1] بينما لا يزيد في اشهر الصيف (تموز وآب) عن ١ ــ ٢ر١ درجةمئوية ، وربما يعود سبب ذلك الى مايلي :ــ

جدول (١٤) المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة العظمى للمدرج والمطار (١٩٧٤ ــ ١٩٨٤) ٠

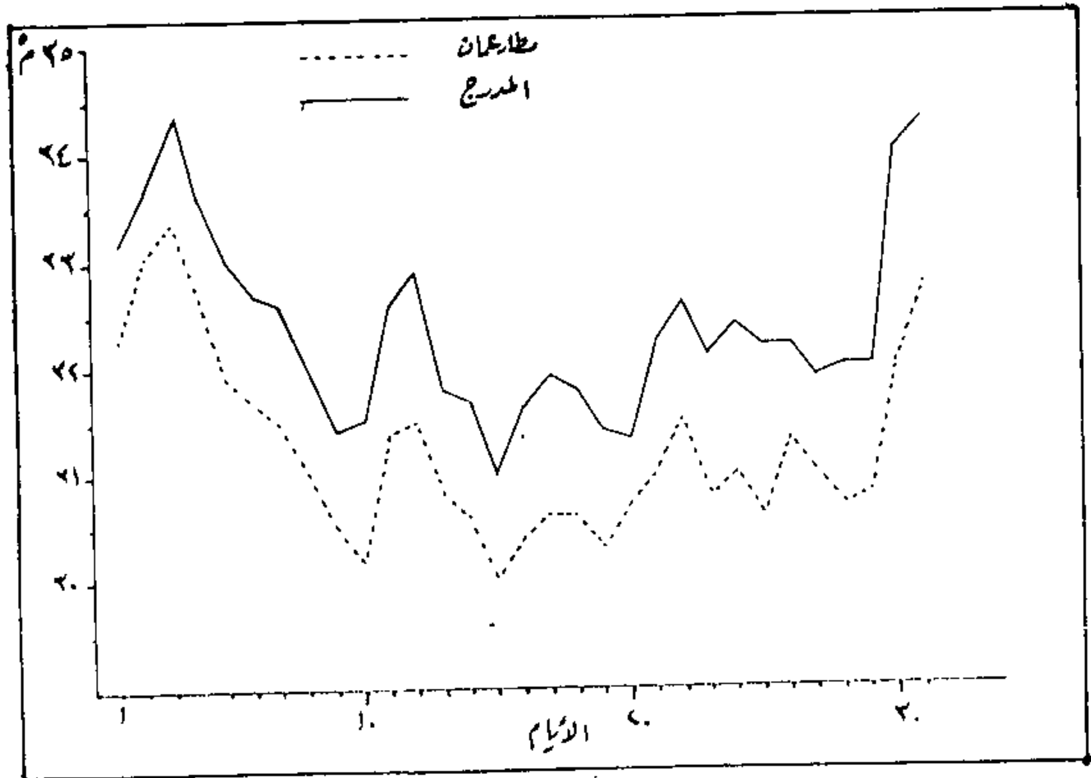
الشهر	المعدل الشهرى* [1]		معامل الاختلاف	
	المدرج	المطار	المدرج	المطار
كانون الاول	١٦ر١	١٣ر٩	٨ر٦	٩ر١
كانون الثاني	١٣ر٧	١١ر٤	٦ر٤	٨ر٩
شباط	١٥ر٧	١٣ر٤	٨ر٣	١٠ر٤
تموز	٣٢ر٦	٣١ر٦	٢ر٨	٣ر٣
آب	٣٢ر٤	٣١ر٢	٢ر٧	٢ر٨

* حسب المعدل الشهري عن طريق الوسط الحسابي للمعدلات اليومية ٠

١ . للاختلافات بين معدلات درجات الحرارة العظمى في المحطتين لجميع الشهور دلالة احصائية على مستوى الثقة ٩٩ ٪ حسب اختبار t ٠

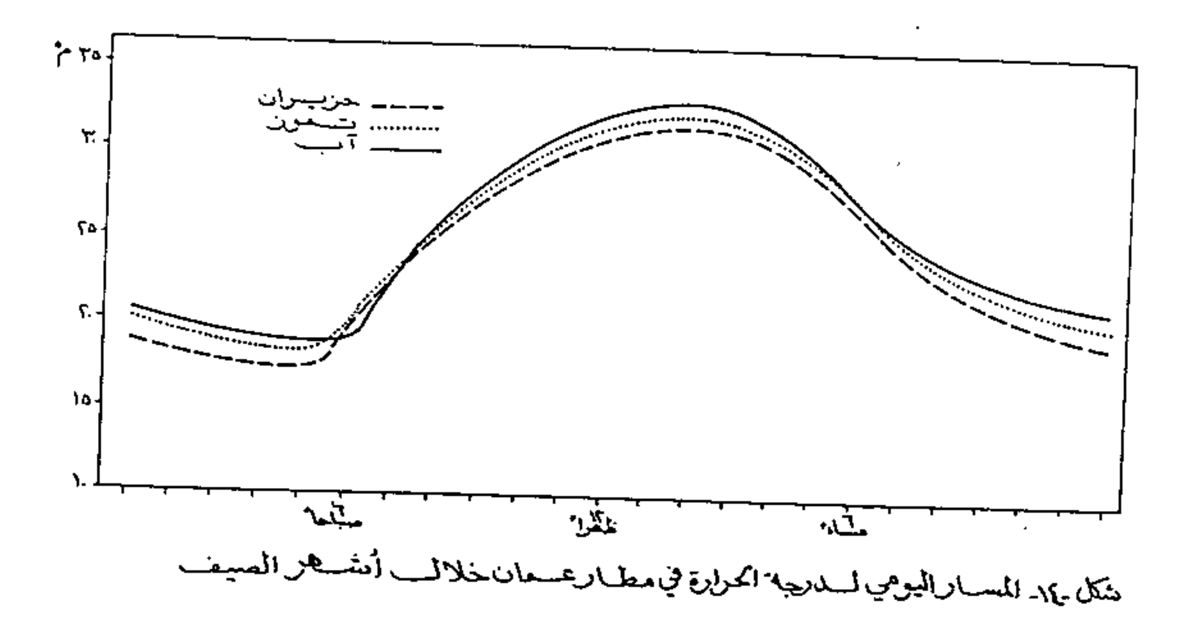


شكل -١٢- المعدل اليومي لدرجة الحرارة العظمى خلال شهر تموز في مطار عمان والمدرج الروماني للفترة (١٩٧٤ - ١٩٨٤)

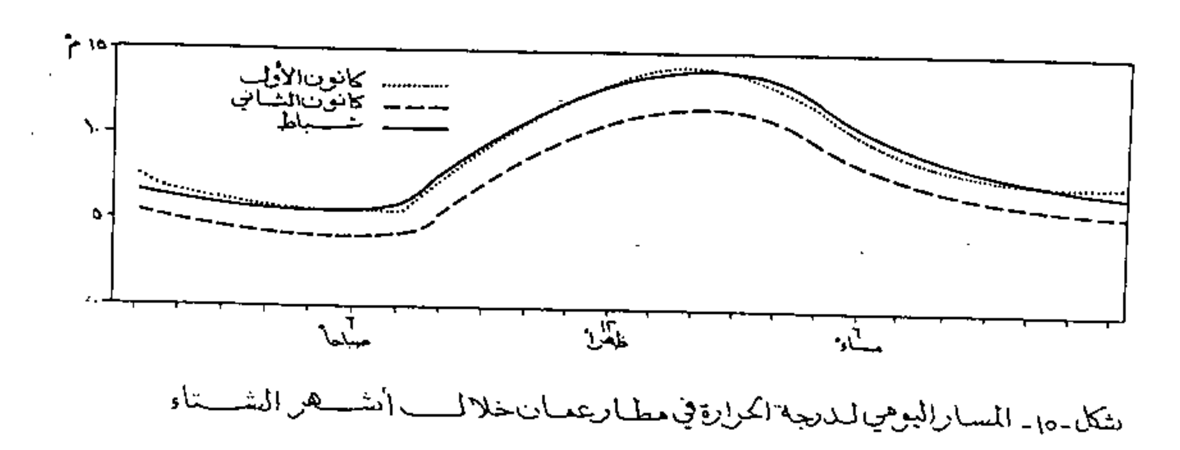


شكل -١٣- المعدل اليومي لدرجة الحرارة العظمى خلال شهر آب في مطار عمان والمدرج الروماني للفترة (١٩٧٤ - ١٩٨٤)

"الباحث"



شكل -١٤- المسار اليومي لدرجة الحرارة في مطار عمان خلال أشهر الصيف



شكل -١٥- المسار اليومي لدرجة الحرارة في مطار عمان خلال أشهر الشتاء

١ ٠ يعدّ الاشعاع الشمسي في الصيف المصدر الرئيسي للطاقة في كل من الضواحي ووسط المدينة على حد سواء ، فينتج عن ذلك قلة الاختلافات في المعدلات الشهرية للحرارة العظمى بين المحطتين ٠

٢ ٠ يكثر في الشتاء استهلاك الوقود في المنازل والسيارات ، حيث تتزود المدينة في هذا الفصل بكميات كبيرة من الطاقة ، يتأثر بها وسط المدينة اكثر من اطرافها ٠

٣ ٠ يغلب على محطة المطار التأثير الصحراوي ، فتنخفض درجة حرارته العظمى في الشتاء عنها في المدرج ٠

٤ ٠ ارتفاع خشونة السطح لوسط المدينة ، مما يؤدي الى انخفاض سرعة الرياح في المدرج عنها في المطار حيث يترتب على ذلك ارتفاع درجة الحرارة العظمى في وسط المدينة (خاصة في الشتاء) بالمقارنة مع المطار ٠

ب ــ درجة الحرارة الصغرى [1] :ــ

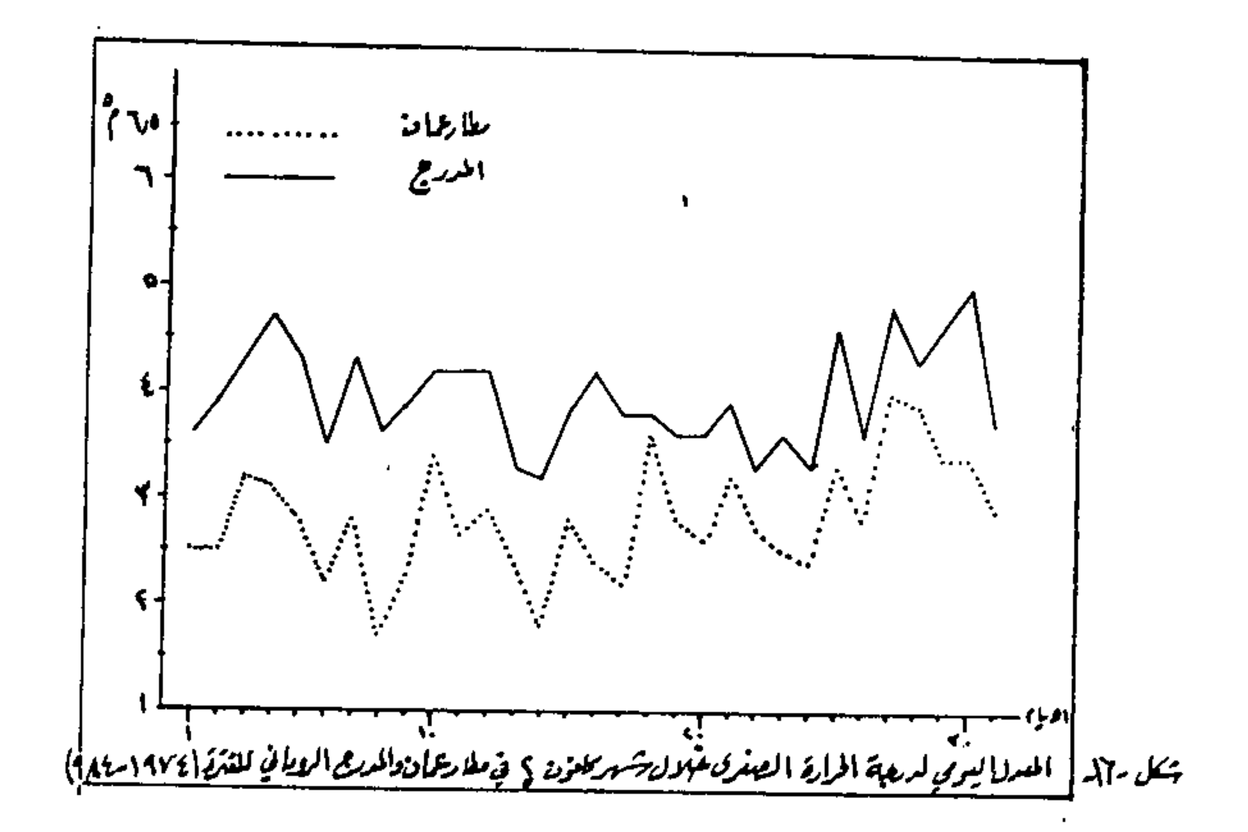
تزيد المعدلات اليومية لدرجة الحرارة الصغرى في المدرج عنها في المطار طيلة اشهر الصيف والشتاء ٠ (شكل ١٦) ويكون اختلاف المعدل الشهري لدرجة الحرارة الصغرى بين المحطتين خلال اشهر الصيف والشتاء قليلا (جدول ١٥)* ، فمن المفروض ان يزيد الفرق في اشهر الشتاء على الصيف اكثر من ذلك ، وربما يعود سبب قلة تفوق المدرج على المطار شتاء الى حدوث بعض الانعكاسات الحرارية ٠

جدول (١٥) المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة الصغرى للمدرج والمطار مابين (١٩٧٤ ــ ١٩٨٤) ٠

الشهر*	المعدل الشهري*		معامل الاختلاف	
	المدرج	المطار	المدرج	المطار
كانون الاول	٥ر٧	٤ر٤	١٣ر٣	٢١ر٤
كانون الثاني	٣ر٩	٢ر٨	١٢ر٣	١٩ر٦
شباط	٥ر٠	٤ر٠٧	١٣ر٧	١٦ر٠
تموز	١٩ر٤	١٨ر٤	٤ر٢٧	٤ر٨
آب	١٨ر٨	١٧ر٨	٣ر٤٧	٤ر٤

١ ٠ تسجل درجة الحرارة الصغرى غالبا قبيل شروق الشمس بقليل (مابين الساعة الخامسة الى السادسة صباحا) ٠

* للاختلافات بين معدلات درجات الحرارة الصغرى في المحطتين لجميع الشهور دلالة احصائية على مستوى الثقة ٩٩ ٪ حسب اختبار t ٠



شكل -٦أ- المعدل اليومي لدرجة الحرارة الصغرى خلال شهر تموز ٥ في مطار عمان والمدرج الروماني للفترة (١٩٧٤-١٩٨٤)

حيث يتأثر وسط المدينة ببعض الانقلابات الحرارية التي تحدث في الليالي الباردة والصافية، وحيث يلعب نسيم الجبل دورا هاما في ذلك، مما يؤدي الى تراكم الهواء البارد الذي ينحدر الى وسط المدينة من سفوح الجبال المحيطة به، حيث تنخفض درجة الحرارة في تلك الليالي في المناطق المنخفضة وتزداد كلما ارتفعنا الى سفوح الجبال المحدقة بها (١).

٢. الرطوبة النسبية :ـ

لا تقيس الرطوبة النسبية كمية بخار الماء الموجود في الهواء، بل هي النسبة بينهما وبين كمية بخار الماء اللازمة حتى يكون ذلك الهواء مشبعا (٢). وتعتبر درجة الحرارة احد العوامل الرئيسية في اختلافها من مكان لآخر، فكلما ارتفعت درجة الحرارة قلت الرطوبة النسبية والعكس صحيح، لذا تختلف الرطوبة النسبية في مطار عمان عنها في المدرج على النحو التالي :ـ

١. الرطوبة النسبية العظمى * :ـ

يتفوق المطار في المعدل اليومي للرطوبة النسبية العظمى على المدرج شتاء، شكل (١٧) ويعود السبب في ذلك الى تأثر المدرج بالجزيرة الحرارية التي تعمل على تخفيض رطوبته العظمى بالمقارنة مع المطار.

٢. الرطوبة النسبية الصغرى * :ـ

ترتفع المعدلات اليومية للرطوبة النسبية الصغرى في المطار عنها في المدرج خلال اشهر الصيف شكل (١٨) ولربما يرجع ذلك الى ارتفاع درجة الحرارة في المدرج عنها في المطار بسبب تأثر وسط المدينة بالجزيرة الحرارية التي تعمل على خفض رطوبته النسبية.

---

١. للمزيد من التفصيلات عن الانقلابات الحرارية في المدينة انظر الفصل الخامس.
٢. نعمان شحادة، علم المناخ، مرجع سابق، ص ١٦٠.
* المقصود بالرطوبة النسبية العظمى : هي اعلى رطوبة نسبية سجلت خلال اليوم وتكون غالبا في الساعات الاولى من الصباح، اما الرطوبة النسبية الصغرى فتكون عادة مابين الساعة الثانية والثالثة ظهرا.

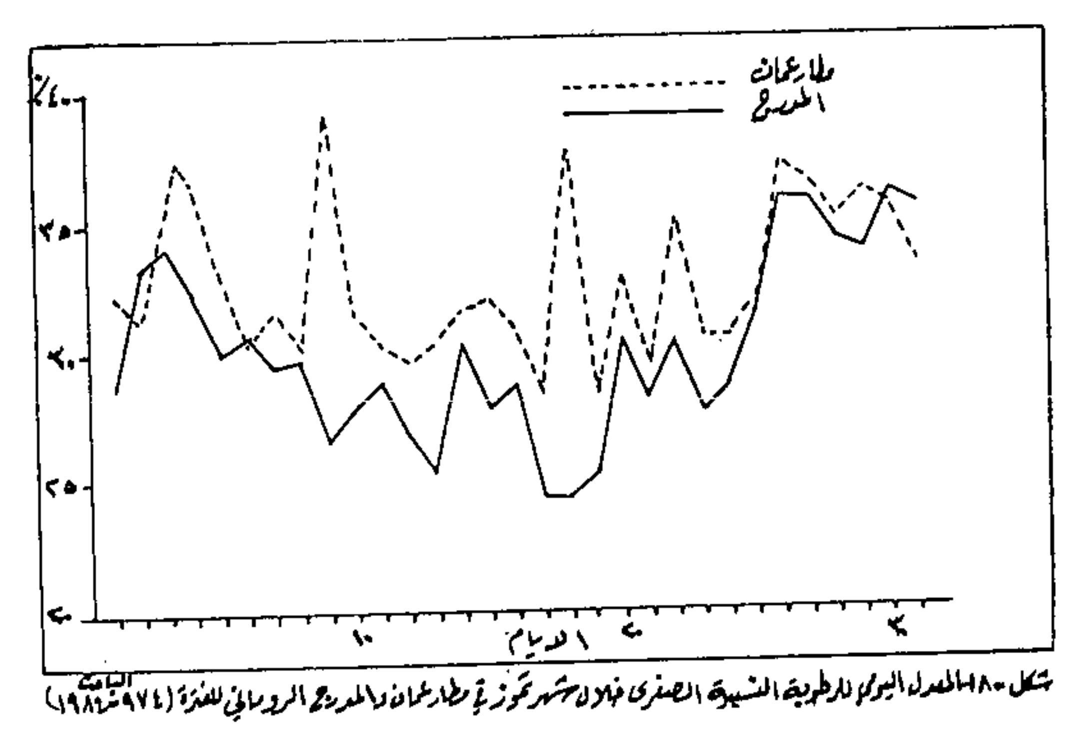
%
٩٠
٨٥
٨٠
٧٥
٧٠
٦٥
٦٠

مطار عمان
المدرج

١ ١٠ الايام ٢٠ ٣٠

شكل -١٧- المعدل اليومي للرطوبة النسبية العظمى خلال شهر كانون ثاني في مطار عمان والمدرج الروماني للفترة (١٩٧٤-١٩٨٤)

الباحثة



شكل -١٨- المعدل اليومي للرطوبة النسبية الصغرى خلال شهر تموز في مطار عمان والمدرج الروماني للفترة (١٩٧٤-١٩٨٤)
الباحثة

٣٠ الريـــــاح :ـ

الرياح السائدة في مدينة عمان هي الرياح الغربية ، حيث تبلغ نسبـــة تكرارها السنوية حوالي ٣٠ر٩٪ ، ثم تليها الرياح الجنوبية الغربية (١٥ر٩٥٪) ، فالرياح الشمالية الغربية ، اما الرياح الشمالية الشرقية والجنوبية الشرقية فنسبــــة تكرارها قليلة (جدول ١٦ ، شكل ١٩) ٠

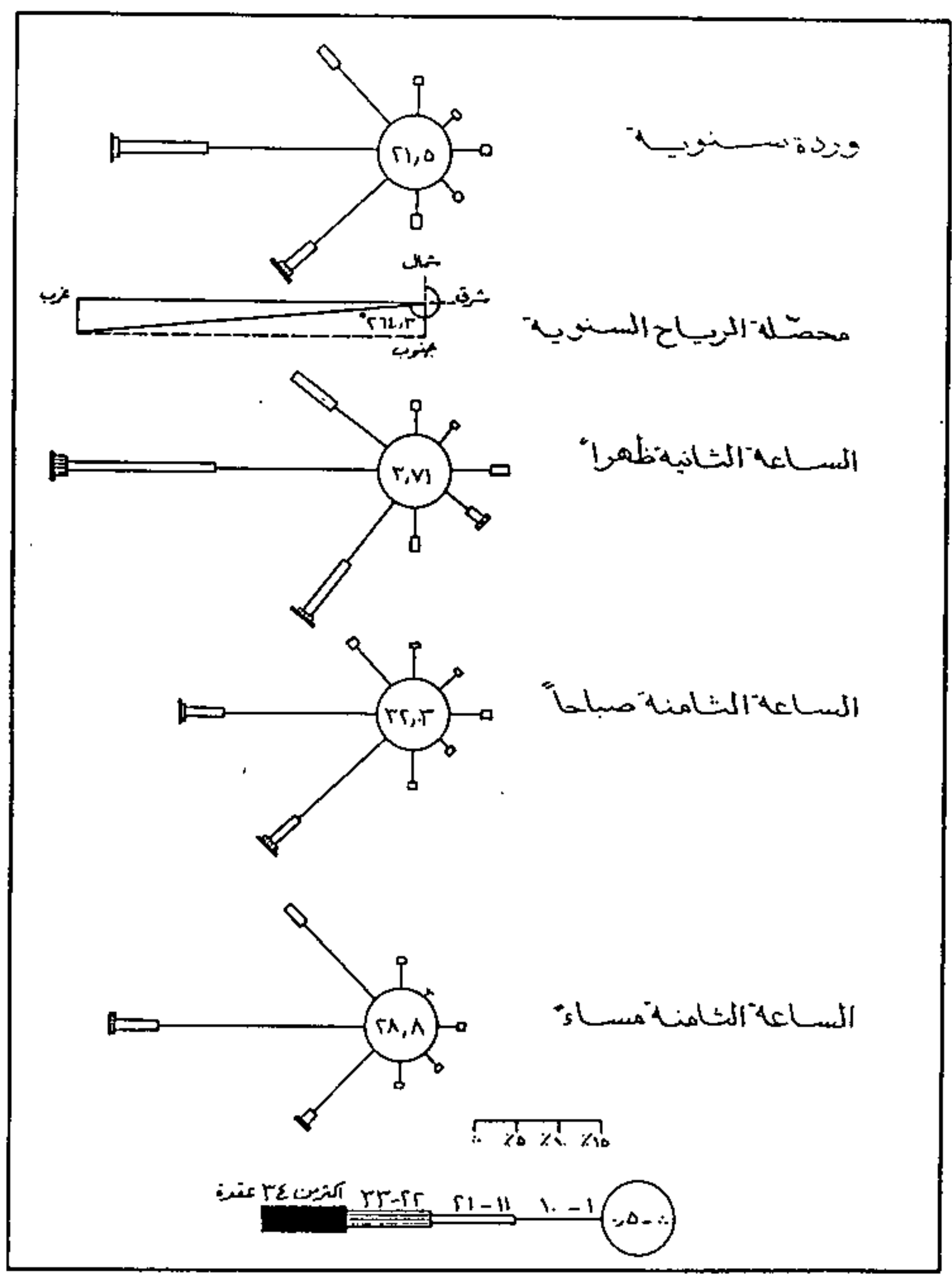
جدول (١٦) النسبـة المئوية لهبوب الرياح من اتجاهات مختلفة فـــي مطار عمان (١٩٥٦ ـ ١٩٧٥) مصنفة حسب الاختلاف في السرعة ٠

الاتجاه / السرعة عقـدة	سكـون الريـاح	ش	ش ق	ق	ج ق	ج	ج غ	غ	ش غ	المجموع
سكـــون	٢١ر٥١									٢١ر٥١
١ ـ ٢١		٣ر٣٣	٢ر٢٣	٣ر٧٢	٢ر٢٧	٣ر٢٦	١٠ر٩٧	٢٠ر٦٢	٨ر٩٢	٥٥ر٣٢
١١ـ ٢١		٠ر٦١	٠ر١٦	١ر١٦	١ر٢٣	٠ر٩٩	٤ر٣٨	٩ر٣٨	٣ر٣٥	٢١ر٢٦
٢٢ ـ ٣٣		٠ر٠١	٠ر٠١	٠ر٠٣	٠ر١١	٠ر١١	٠ر٥١	٠ر٨١	٠ر١	١ر٦٩
اكثر من ٣٤					٠ر٠١	٠ر٠١	٠ر٠٩	٠ر١	٠ر٠١	٠ر٢٢
المجمـــوع	٢١ر٥١	٣ر٩٥	٢ر٤	٤ر٩١	٣ر٦٢	٤ر٣٧	١٥ر٩٥	٣٠ر٩١	١٢ر٣٨	١٠٠٪

وتختلف طبيعة الرياح السائدة في مدينة عمان من فصل الى آخر ، فبينمـا نجد الرياح الجنوبية الغربية هي السائدة في اشهر الشتاء[١] (كانون أول ، كانون ثاني ، شباط) ، تكون الرياح الغربية والغربية الشمالية الغربية هي السائدة في اشهـــر الصيف (حزيران ، تموز ، آب) ، وهذا مايوضحه جدول (١٧) وشكل (٢٠ ، ٢١ ، ٢٢) ٠

---

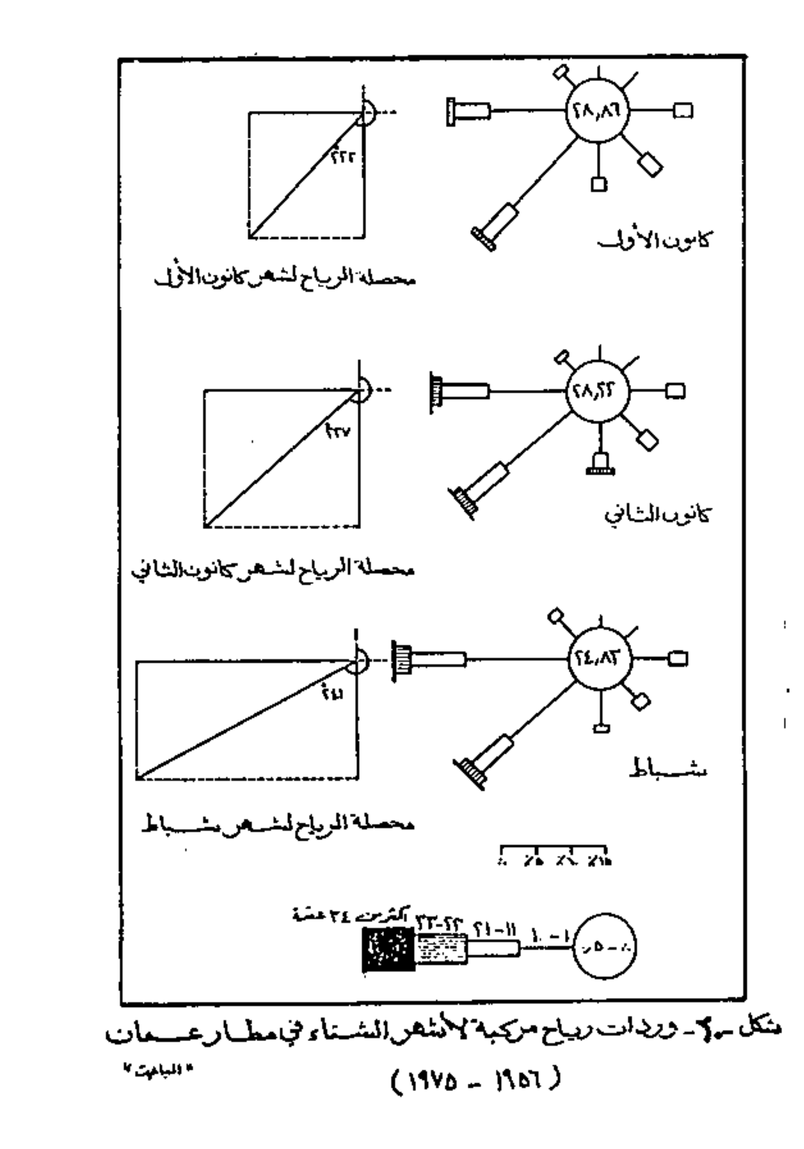
١٠ دائرة الارصاد الجوية الاردنية ، عمان ٠



شكل ١٩ـ وردات رياح مركبة سنوية في مطار عمان

(١٩٥٦ - ١٩٧٥)

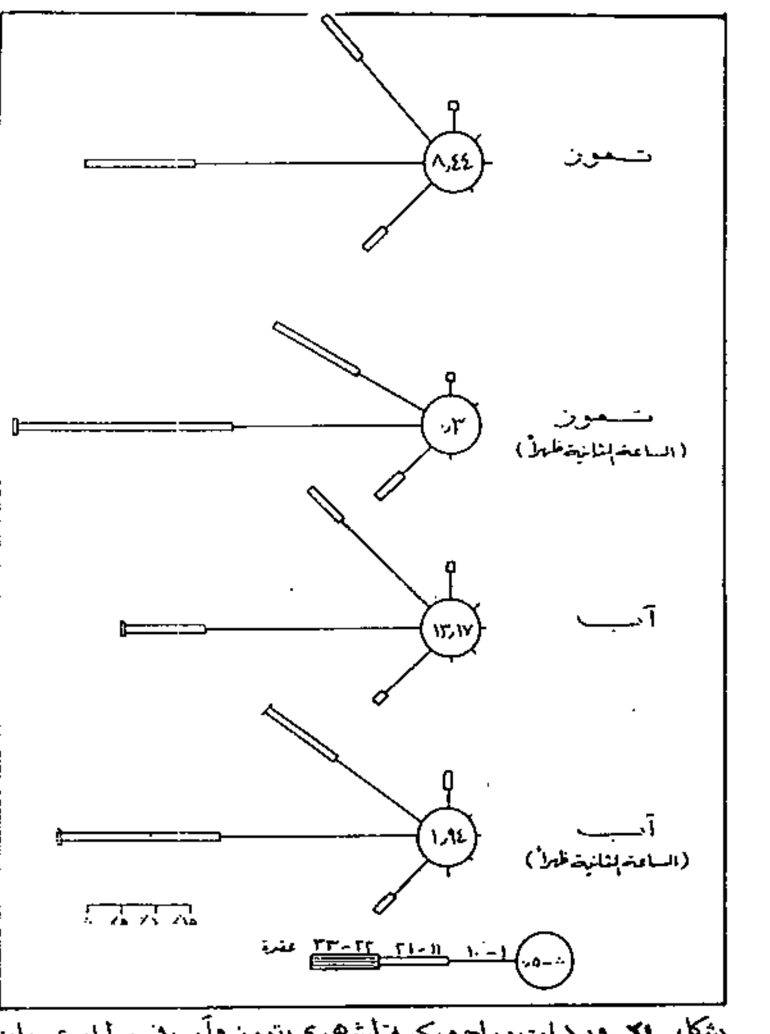
* الباحث *



شكل -٢٠- وردات رياح مركبة لأشهر الشتاء في مطار عمان

(١٩٥٦ - ١٩٧٥)

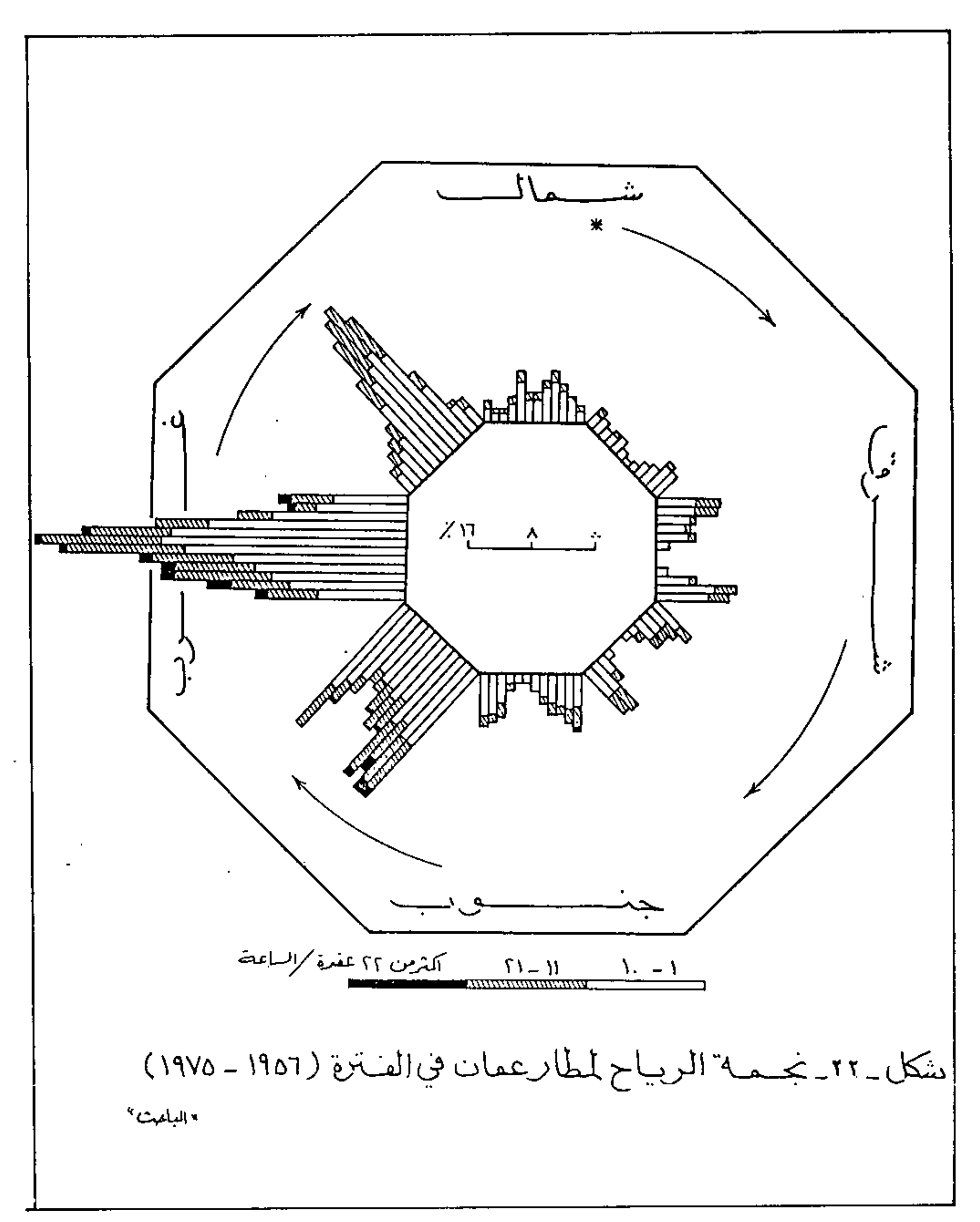
"الباحث"



شكل -٢١- وردات رياح مركبة لشهري تموز وآب في مطار عمان

(١٩٥٦ - ١٩٧٥)

"الباحث"



شكل - ٢٢ - نجمة الرياح لمطار عمان في الفترة (١٩٥٦ - ١٩٧٥)

* الباحث *

---

* بدأت الاشهر بكانون الثاني وانتهت بكانون الأول ، وهكذا لجميع الاتجاهات وحسب مايشير اليه السهم .

جدول (١٧) تحديد اتجاهات الرياح السائدة في اشهر السنة بالدرجات ، في مطار عمان للفترة الواقعة مابين عام (١٩٥٦ ـ ١٩٧٥) (١).

الشهر	الاتجاه	الرمز	المحصلة
كانون الثاني	جنوب غرب	ج غ	٢٢٧
شباط	غرب جنوب غرب	غ ج غ	٢٤١
آذار	غرب جنوب غرب	غ ج غ	٢٥١
نيسان	غرب جنوب غرب	غ ج غ	٢٥٠
ايار	غرب	غ	٢٧٥
حزيران	غرب	غ	٢٧٦
تموز	غرب	غ	٢٧٨
آب	غرب شمال غرب	غ ش غ	٢٨٢
ايلول	غرب شمال غرب	غ ش غ	٢٨٤
تشرين اول	غرب	غ	٢٦٧
تشرين ثاني	جنوب غرب	ج غ	٢٢٦
كانون اول	جنوب غرب	ج غ	٢٢٢

١ ـ دائرة الارصاد الجوية الاردنية ، عمان .

وقد تم حساب محصلة الرياح (بالدرجات) باستخدام معادلة لامبرت (Lambert) التالية (١) :ـ

$$CN = N - S + (NW + NW - SW - SE) \cos 45^{\circ}$$

$$CW = W - E + (NW + SE - NE - SE) \cos 45^{\circ}$$

$$\tan (Z) = \frac{CN}{CW}$$

حيث ان :ـ

CN = محصلة الرياح الشمالية .
CW = محصلة الرياح الغربية .
Z = الزاوية التي تصنعها محصلة الرياح مع الاتجاه الغربي * (انظر شكل ٢٠) .

وفيما يتعلق بسرعة الرياح (جدول ١٦) ، فان معظم الرياح التي تهب على المدينة تتراوح سرعتها مابين ١ الى ١٠ عقدة في الساعة ، حيث تبلغ نسبة تكرارها من الاتجاهات المختلفة ٣ر٥٥٪ ، أى ان هذه الرياح السائدة هي الرياح الخفيفة والهادئة حسب جدول بيفورت (جدول ١٨) ، اما الرياح التي تتراوح سرعتها مابين ١١ الى ٢١ عقدة والتي تؤثر على المدينة فتبلغ نسبة تكرارها ٣ر٢١٪ وهي رياح يصفها بيفورت بانها ذات نسيم قوى ورياح عالية ، اما الرياح الهوجاء والعاصفة التي تزيد سرعتها عن ٣٤ عقدة فنسبة تكرارها قليلة لاتزيد عن ٢٢ر٠٪ وتأتي معظمها من جهة الغرب والجنوب الغرب ، وتهب على المدينة في أشهر الشتاء وخاصة في شهر شباط ، كما تهب احيانا في أشهر الربيع (٢) .

اما نسبة سكون الرياح ** في الاشهر المختلفة (جدول ١٩) ، فانها تزداد في الشتاء عنها في الصيف ، ويعود ذلك الى زيادة درجة الحرارة في المدينة صيفا وحدوث مايسمى بالتهييج الحراري او المزج لهواء المدينة ، مما يقلل من نسبة سكون الرياح في ذلك الفصل ، حيث تبلغ نسبتها ظهرا في حزيران وتموز وآب حوالي ٥ر٠٪ ، ٣٢ر٠٪ ، ٩٣ر١٪ على التوالي . وبشكل عام تزداد سرعة الرياح بعد شروق الشمس بقليل ، وتبلغ اقصى سرعة لها في الساعة الواحدة الى الثالثة ظهرا ، ثم تبدأ في التناقص الى ان تبلغ ادنى حد لها قبيل شروق الشمس (٣) .

---

١. Conrad, V., and Pollak, L.W., 1962 " Methods in Climtology " (Harvard University), P.180.

* تمثل الاتجاه الغربي الزاوية ٢٧٠° بينما الاتجاه الشمالي فتمثله الزاوية ٣٦٠° .

٢. دائرة الارصاد الجوية الاردنية ، عمان .

٣. نعمان شحادة ، علم المناخ ، مرجع سابق ، ص ١٤٨ .

** انظر شكل (٢٣ ، ٢٤) .

جدول (٢٨) (١) مقياس بيوفورت لتصنيف الرياح .

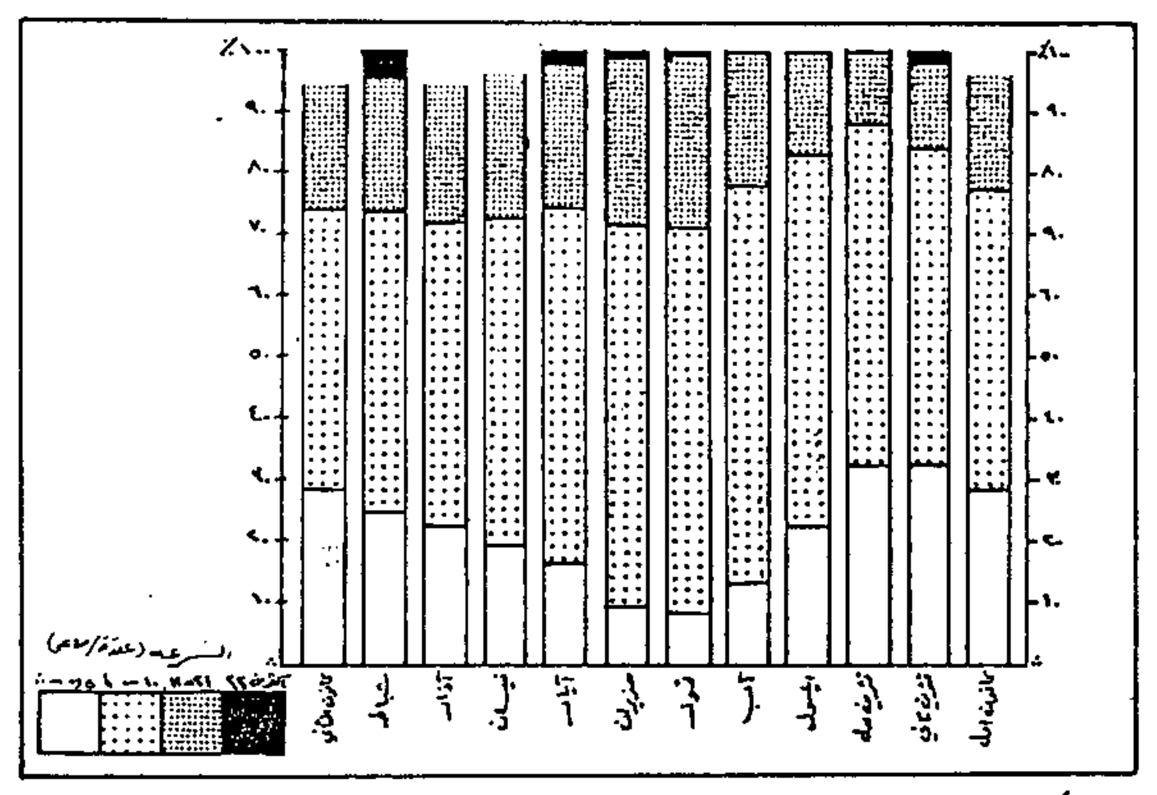
درجة الرياح	نوع الرياح	السرعة ميل في الساعة	السرعة عقدة	مدى استجابة الاشياء للرياح
صفر	هواء ساكن	اقل من ١	١	ارتفاع الدخان الى الاعلى
١	هواء ضعيف	١ ـ ٣	١ ـ ٣	يحرك الدخان افقيا
٢	نسيم طفيف	٤ ـ ٧	٤ ـ ٦	يحرك اوراق الاشجار ودوارة الرياح
٣	نسيم هادئ	٨ ـ ١٢	٧ ـ ١٠	يحرك رايات الاعلام
٤	نسيم معتدل	١٣ ـ ١٨	١١ ـ ١٦	يثير الاتربة وتتطاير اوراق الاشجار
٥	نسيم عليل	١٩ ـ ٢٤	١٧ ـ ٢١	يحرك اغصان الاشجار الكبيرة
٦	نسيم قوى	٢٥ ـ ٣١	٢٢ ـ ٢٧	يحرك اغصان الاشجار الكبيرة والامواج
٧	رياح عالية	٣٢ ـ ٣٨	٢٨ ـ ٣٣	يصعب السير في الاتجاه المضاد للرياح
٨	هوجاء	٣٩ ـ ٤٦	٣٤ ـ ٤٠	يكسر بعض اغصان الاشجار
٩	هوجاء شديدة	٤٧ ـ ٥٤	٤١ ـ ٤٧	يكسر الساريات وتقع المداخن
١٠	هوجاء عاصفة	٥٥ ـ ٦٣	٤٨ ـ ٥٥	يقتلع الاشجار ويسبب الدمار
١١	عاصفة	٦٤ ـ ٧٥	٥٦ ـ ٦٥	تدمير شديد وتتطاير اسقف المنازل
١٢	اعصار (هريكين)	اكثر من ٧٥	اكثر من ٦٥	تخريب شديد ، قد تسقط الطائرات وتخرق السفن

حسن ابو العنين ، ١٩٨١ ، مرجع سابق ، ص ١٦٢ .

جدول (١٩) [١] النسبة المئوية لسكون الرياح في اشهر السنة للساعة الثانية ظهرا والثامنة مساء لمطار عمان (١٩٥٦ ـ ١٩٧٥) .

النسبة٪ الشهر	الساعة الثانية ظهرا	الساعة الثامنة مساء
كانون الثاني	٦ر١١	٣٩ر٠٣
شباط	٥ر٢١	٣٤ر٧
آذار	٣ر٣٩	٣٢ر١
نيسان	٢ر١٧	٢٩ر٩
ايار	٢ر١٤	٢١ر٢
حزيران	٠ر٥	١٠ر٩٤
تموز	٠ر٣٢	١١ر٢٩
آب	١ر٩٤	١٤ر٧
ايلول	٣ر١٨	٣٢ر٨
تشرين اول	٥ر٣٤	٤٢ر٧
تشرين ثاني	٦ر٢١	٤٥ر٠٩
كانون اول	٧ر٤٢	٤٠ر١٣

١ . دائرة الارصاد الجوية الاردنية ، عمان .



شكل -٢٣ - النسبة المئوية لتكرار سرعة الرياح لأشهر السنة في مطار عمان (١٩٥٦-١٩٧٥) الباحث

(٨ مساءً)

(٢ ظهراً)

نسبة سكون الرياح ٪

شكل -٢٤ نسبة سكون الرياح في أشهر السنة (٢ ظهراً ، ٨ مساءً) لمطار عمان ١٩٥٦-١٩٧٥)

ثالثا :ـ الجزيرة الحرارية لمدينة عمـــــان

١ـ الجزيرة الحرارية لمدينة عمان في الشتاء

تبين نتائج القياسات ألتي اجريت في الشتاء ان درجة الحرارة تـــزداد في المناطق التي يزدحم فيها السكان وترتفع فيها الكثافة العمرانية ، وتنخفض فـــي اطراف المدينة حيث تزداد مساحة الفضاء وتقل النشاطات البشرية . ويتضح لنا ذلـك في شكل (٢٥) ، فأهم المناطق التي ترتفع فيها درجة الحرارة هي [١] :ـ

١. وسط المدينة حيث تتراكم في الليل ملوثات المدينة الناتجة عن عوادم وسائـــل المواصلات المختلفة ، وقد ساعد سكون الرياح ليلة اجراء القياس على تراكـــم هذه الملوثات حيث عملت على منع الاشعة الارضية الطويلة الموجات بالهـــروب الى الفضاء فأزدادت درجة الحرارة .

٢. منطقة التاج ووادى الحدادة وراس العين والمهاجرين والاخضر وحي نزال [٢]، وجميعها مناطق ترتفع فيها الكثافة السكانية والعمرانية فتزداد كمية الطاقـــة الحرارية التي تبثها المباني نتيجة استهلاك الوقود للتدفئة او لأغراض اخرى .

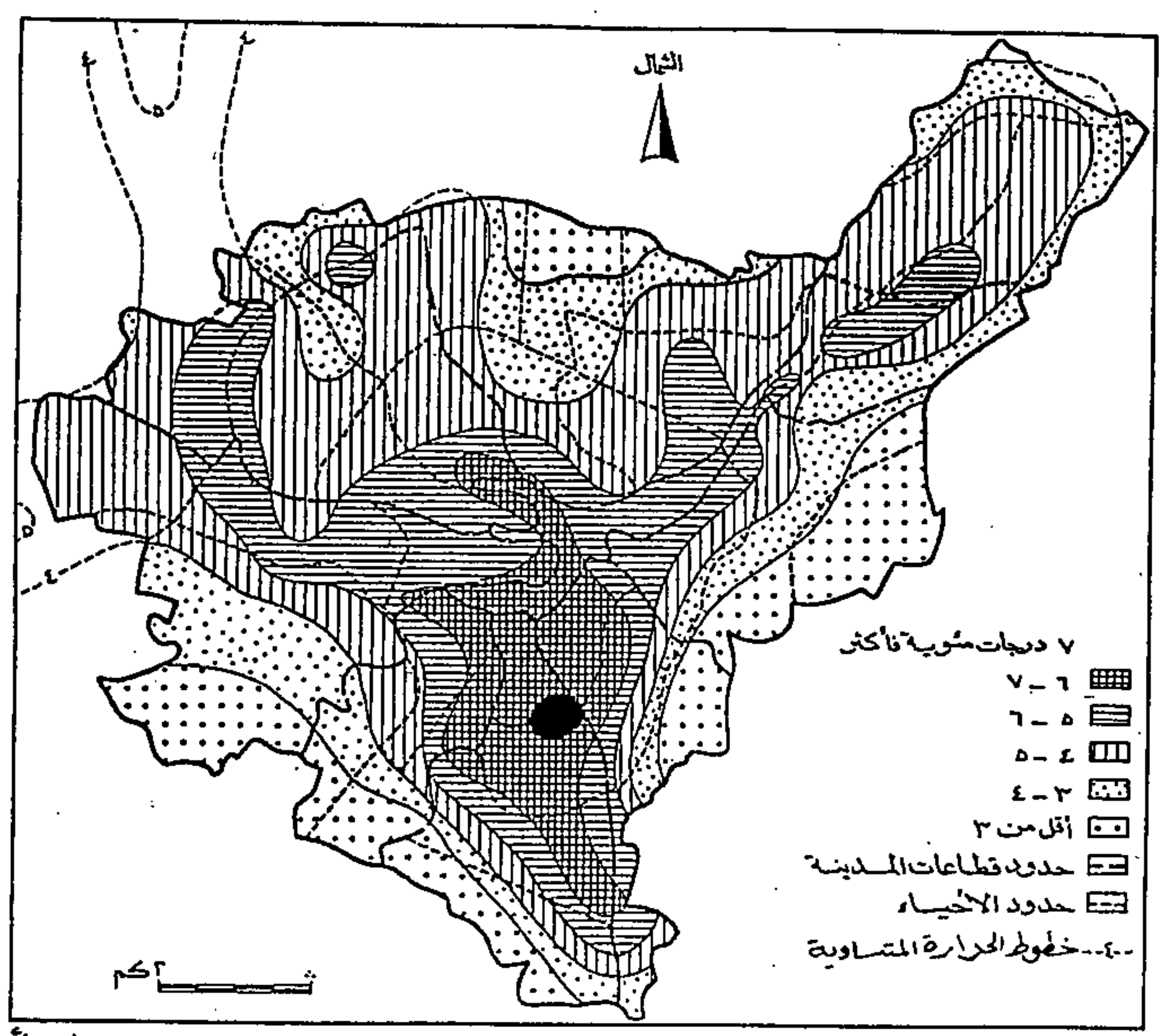
وقد لوحظ ان مركز الجزيرة الحرارية في تلك الليلة قد ابتعد عن وســـط المدينة باتجاه منطقة سوق الخضار المركزى في منطقة الوحدات [٣] ، ولربما ساعد في هذه الزحزحة لمركز الجزيرة الحرارية نشاط حركة السيارات والشاحنات في تلك المنطقـــة طوال ساعات الليل واستمرار عمل وسائل التدفئة فيها حتى الصباح ، في حين تكـــون المحلات التجارية مغلقة في وسط المدينة وقت اجراء القياس ووسائل التدفئة معطلـــة وحركة وسائل المواصلات قليلة . كما يوضح الشكل ان اهم المناطق التي انخفضت فيهـــا درجة الحرارة هي شمال المدينة ووادى عبدون والمدينة الرياضية ومنطقة الـــــذراع (حي نزال) والربوة والمنارة وجميع اطراف المدينة ، وهي مناطق تقل فيها الكثافـــة السكانية والعمرانية وتزداد فيها مساحات الفضاء ، فتقل الطاقة الحرارية التي تنبعـــث منها الى الجو ، هذا فضلا على زيادة اشعاعها الحرارى طيلة ساعات الليل لقلـــة تغطية السطح بالمنشآت العمرانية . ويبلغ معدل الفرق بين مركز الجزيرة الحراريـــة واطراف المدينة (الضواحي) حوالي ٣ر٣°م (جدول ٢٠) .

---

١. تم هذا القياس ما بين الساعة ٥ر٣ الى ٥ر٤ صباح يوم الاربعاء بتاريــــــخ ١٩/١٢/١٩٨٤ ، وكان الجو صافيا والرياح ساكنة ، حيث تشكل الصقيع فـــي الساعات الاولى من الصباح ، وبلغت درجة الحرارة الصغرى في مطار عمان ٩ر٠ م والعظمى ١٣ م ، والرطوبة النسبية وقت اجراء القياس ٨٤٪ .

٢. انظر شكل (١١) .

٣. يبتعد عن وسط المدينة بحوالي ٥ر٢ كم تقريبا باتجاه الجنوب .



شكل ـ ١٥ ـ الجزيرة الحرارية لمدينة عمان في الساعة الثالثة والنصف الى الرابعة والنصف صباحاً
بتاريخ ١٩/ ١٢/ ١٩٨٤.

* الباحث *

جدول (٢٠) اختلاف درجة الحرارة بين مركز الجزيرة الحرارية ونهاية محاور القياس في المدينة . (١)

المحور	اتجاهه	انخفاض درجة الحرارة في نهاية المحاور عنها لمركز الجزيرة الحرارية (م ٥)
ماركا	شمال شرق	٤
الاذاعة	جنوب	٤
جبل عمان	غرب	٢ر٥
الجامعة	شمال غرب	٢ر٥
المعدل		٣ر٣

يستنتج من الجدول السابق ان الاطراف الجنوبية والشمالية الشرقية هي اقل ضواحي المدينة حرارة ، بسبب قلة مبانيها وتأثرها بالمناخ الصحراوى ، في حين تكون الاطراف الغربية والشمالية الغربية ابعد عن التأثير الصحراوى واكثر تأثرا بالتجمعات السكانية كمدينة بيادر وادى السير بالنسبة للاطراف الغربية وضاحية الرشيد للشمالية الغربية .

وتختلف درجة الحرارة من مكان لآخر في المدينة بسبب اختلاف الكثافة السكانية والعمرانية واستعمالات الاراضي في مناطقها المختلفة (شكل ٢٦ ، ٢٧ ، ٢٨) ويوضح لنا جدول (٢١) * مايلي :-

جدول (٢١) معدل درجة الحرارة الصغرى لمحاور القياس الرئيسية خلال شهر كانون اول عام ١٩٨٤م .

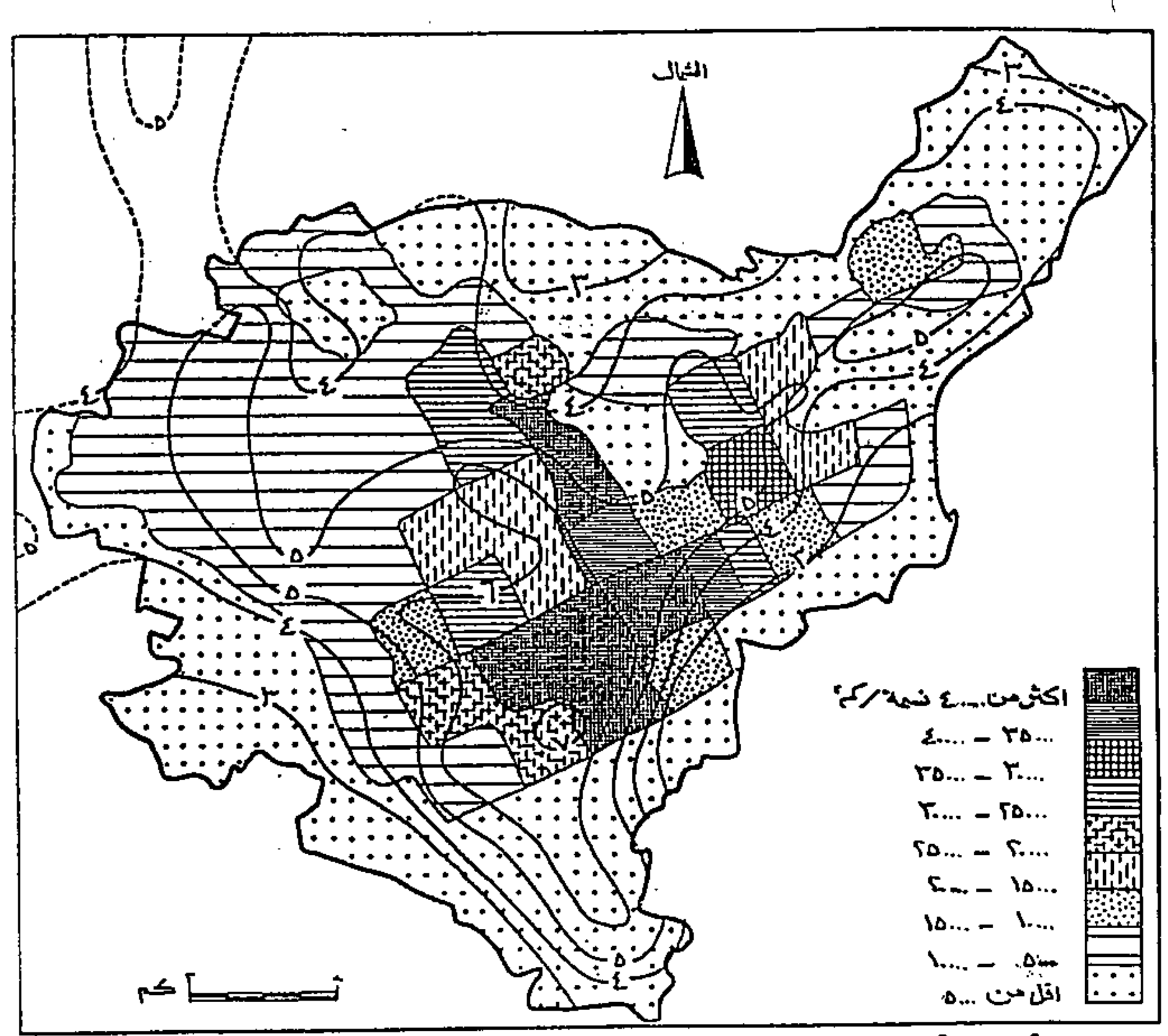
المحور **	معدل درجة الحرارة م ٥	الانحراف المعياري	معامل الاختلاف ٪	الفرق في معدل درجة الحرارة بين وسط المدينة والمحاور (م ٥)
وسط المدينة	٨ر٥	٤٧ر٠	٨	صفر
ماركا	٧ر٤	٧٥ر٠	١٦	١ر١
الاذاعة	٢ر٥	٩٨ر٠	١٩	٥ر٠
جبل عمان	٥	٥١ر٠	٢ر١٠	٨ر٠
الجامعة	٦ر٤	٥٨ر٠	٧ر١٢	٢ر١

---

١ - بلغت درجة الحرارة لمركز الجزيرة الحرارية ٧ درجات مئوية ، انظر شكل (٢٦) .

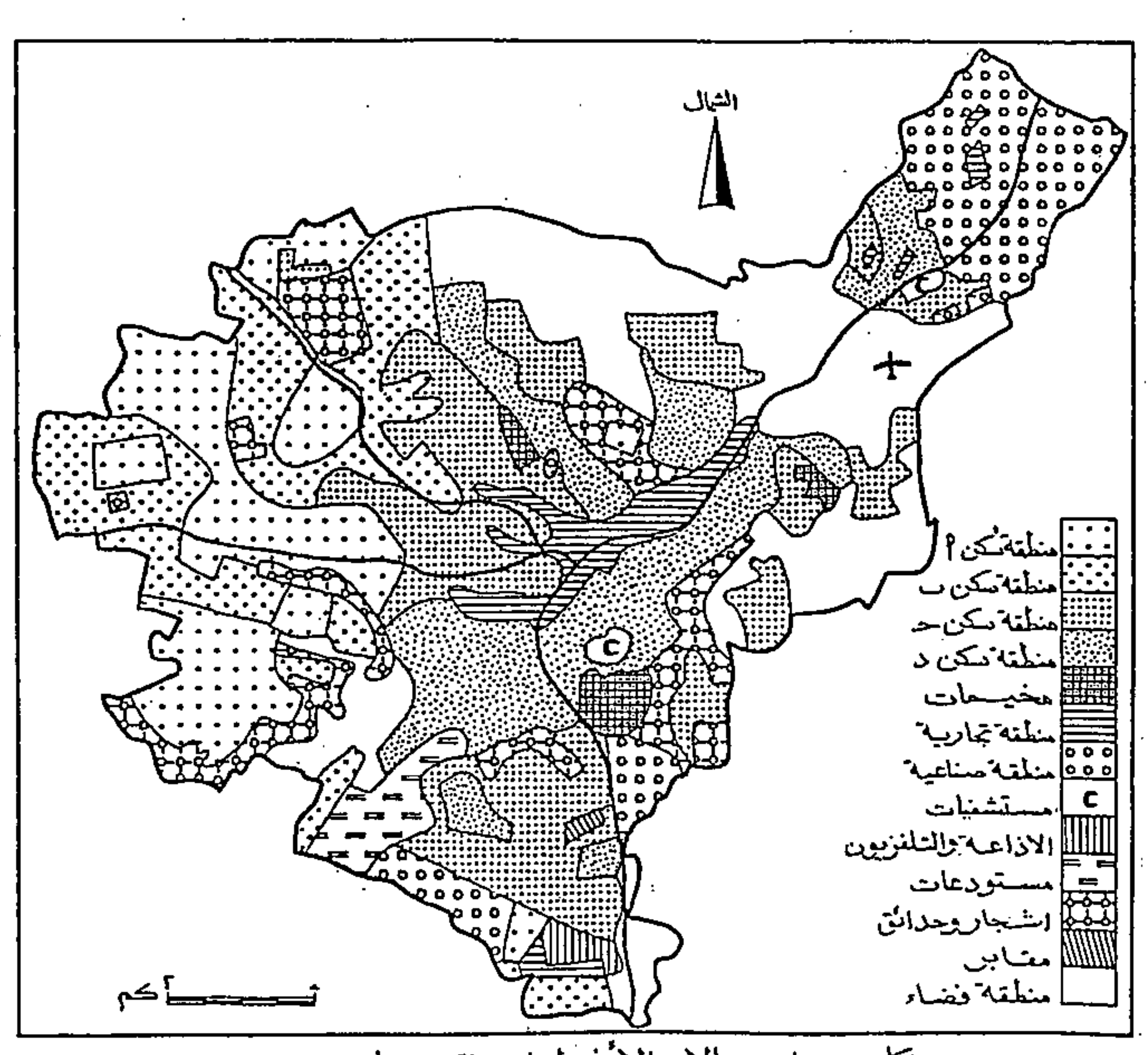
* المعدلات الواردة فيه هي لجميع نقاط القياس على كل محور .

** لمعرفة هذه المحاور انظر شكل (٦) .



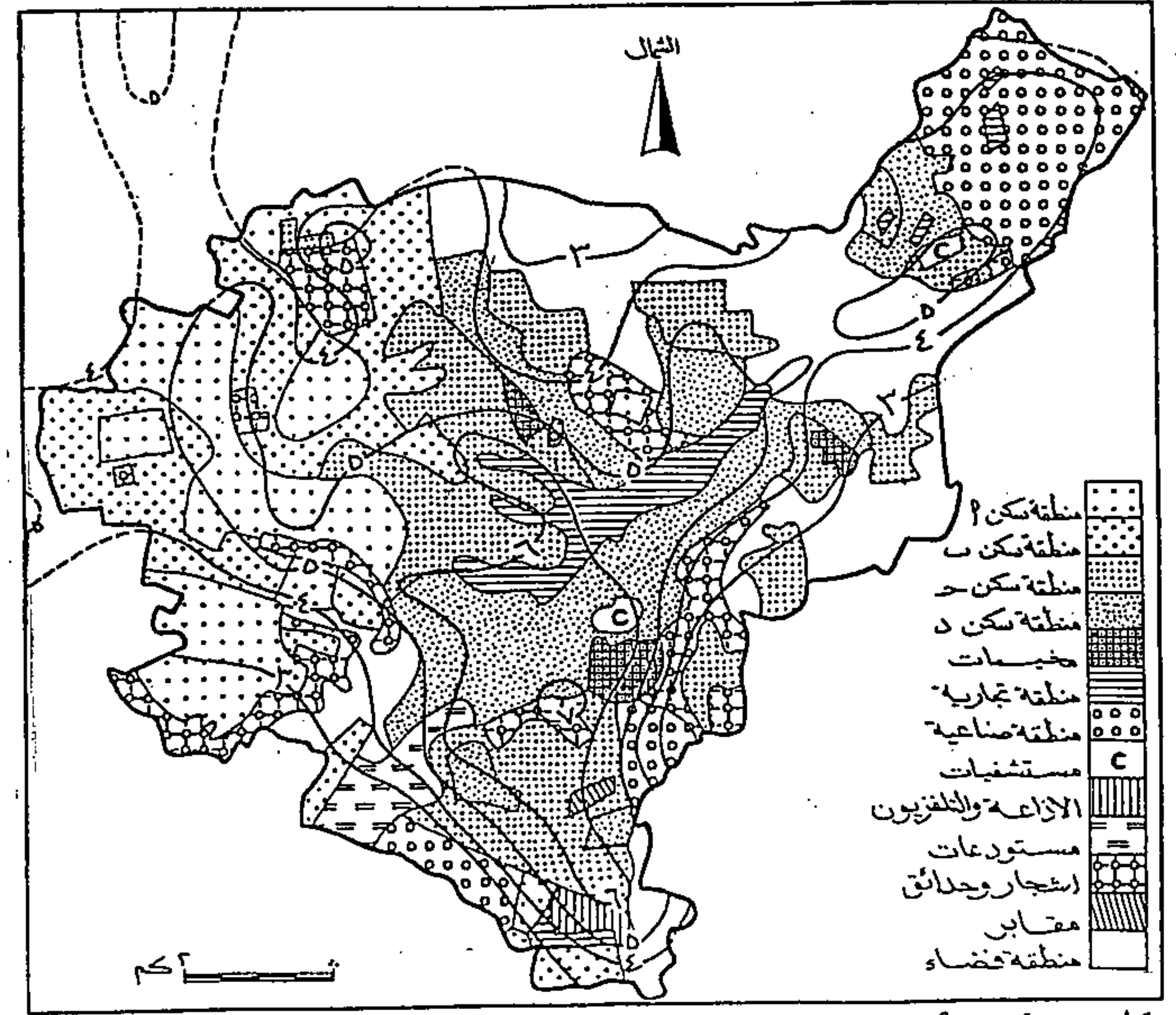
شكل -٢٦- الجزيرة الحرارية لمدينة عمان بين الساعة الثالثة والنصف والرابعة والنصف صباحاً بتاريخ ١٩/١٢/١٩٨٤، وكثافة السكان في المدينة.

* الباحث *



شكل -٢٧- استعمالات الأرض لمدينة عمان

* امانة العاصمة ١٩٨٣ *



شكل -٢٨- الجزيرة الحرارية لمدينة عمان بين الساعة الثالثة والنصف والرابعة والنصف صباحاً بتاريخ ١٩/١٢/١٩٨٤، واستعمالات الأرض في المدينة .

١ • اقل معدل لدرجة الحرارة الصغرى كان لمحور الجامعة وماركا ، ففي حين تقل الكثافة السكانية والعمرانية على محور ماركا ويتأثر نهايته بالمناخ الصحراوي ، نجد ان محور الجامعة تتباعد فيه المباني التي في معظمها مكاتب حكومية وخاصة ، وتكون وسائل التدفئة فيها معطلة ساعات الصباح الاولى، وتزداد فيه مساحة الفضاء فترتفع سرعة الرياح والرطوبة النسبية، مما تؤدي الى انخفاض درجة حرارته •

٢ • ارتفع معدل درجة الحرارة لمحور الاذاعة وجبل عمان ، حيث تقع اعلى الكثافات السكانية والعمرانية على المحور الاول فتزداد الطاقة الحرارية التي تنبعث من مبانيه لاستخدام وسائل التدفئة ، ولولا تأثر نهايته بالمناخ الصحراوي لارتفع معدل حرارته اكثر من ذلك ، اما محور جبل عمان فربما يعود سبب ارتفاع معدل حرارته الى مايلي :ـ

أ ـ تستخدم معظم مبانيه التدفئة المركزية التي يستمر عملها طوال ساعات الليل مما يؤدي الى زيادة بثها للطاقة الحرارية •

ب ـ تأثر نهايته بجزيرة حرارية ساعدت على تكوينها مدينة بيادر وادي السير •

٣ • يعكس لنا معامل الاختلاف لدرجة الحرارة لمحاور القياس الرئيسة ، تنوع انماط استعمالات الاراضي التي يمر بها كل محور ، فأكبر معامل لاختلاف الحرارة هو لمحور الاذاعة وماركا • اذ يلاحظ من شكل (٢٨) أن خطوط الحرارة المتساوية عند نهاية محور الاذاعة اكثر تقاربا وانحدارا منها في محور ماركا ، حيث بدأت درجات الحرارة بالانخفاض السريع، ولعل تأثر نهايته بالمناخ الصحراوي هو احد الاسباب التي ادت الى ذلك • يبدأ هذا المحور من وسط المدينة المرتفع الحرارة ثم يتجه الى الصدار حيث الشوارع الضيقة والمباني المزدحمة والكثافة السكانية المرتفعة ثم يمر بمنطقة الوحدات اعلى مناطق المدينة بالكثافة السكانية والعمرانية (انظر شكل ٢٦)، ثم يقترب من المنطقة الصناعية القريبة من أم الحيران، وهذه الانماط لاستعمال الارض جميعها تساعد على زيادة درجة الحرارة ، وبعد ذلك تقل المباني بشكل كبير بعد دوار الشرق الاوسط، ويغلب على المنطقة الفضاء ثم ينتهي اخيرا بمنطقة تتأثر بمناخ الصحراء ، ولعل هذه الاختلافات في استعمالات الاراضي قد ساعدت على زيادة معامل اختلاف حرارته •

اما محور ماركا ، فتبدو خطوط الحرارة المتساوية في نهايته اكثر تباعدا واقل انحدارا عنها لمحور الاذاعة، بسبب تأثر نهايته بالمحور الصناعي المتمركز هناك، فمن المفروض أن ترتفع فيه درجة الحرارة اكثر من ذلك، ولكن على مايبدو أن التأثير الصحراوي قد تغلب على تأثير المصانع التي تكون معظمها معطلة في ساعات الصباح الاولى ، فانخفض معدل درجة حرارته عنه في وسط المدينة •

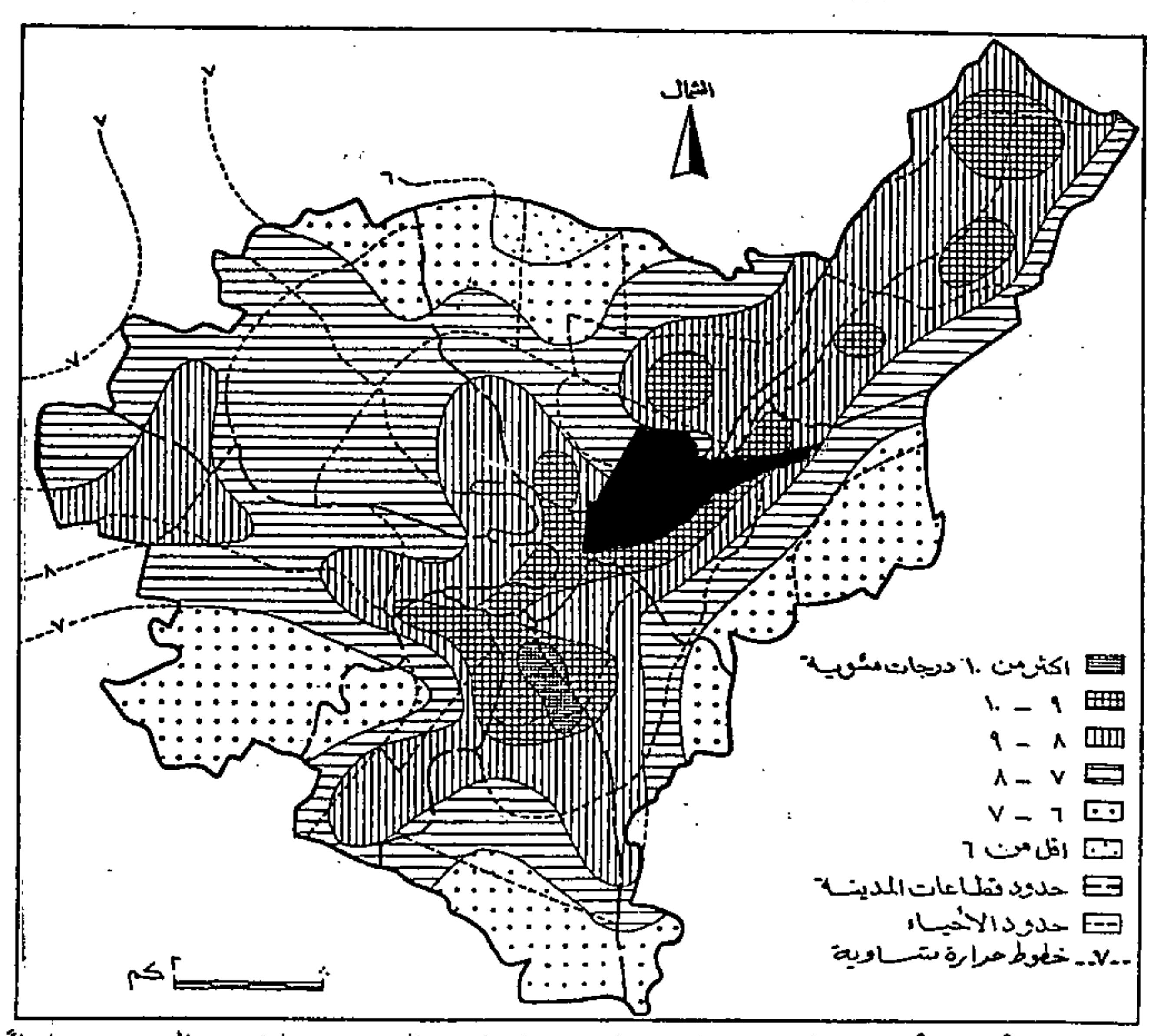
اما سبب انخفاض معامل الاختلاف لمحور جبل عمان والجامعة فربما يعـــود الى تشابه نمط البناء على هذين المحورين من جهة، وقلة تأثرهما بالمناخ الصحـــــراوى من جهة اخرى ، وان بدى معامل الاختلاف اكبر قليلا ب ٥ر٢٪ منه لمحور جبل عمـــان ، بسبب تنوع انماط استعمالات الارض عليه (الجامعة) الذى يبدأ من وسط المدينـــة حيث السوق التجارى الرئيسي ثم يتجه الى منطقة تغلب عليها المباني الحكومية والمكاتب الخاصة (من العبدلي حتى المدينة الرياضية) ثم يمر بمنطقة خضراء (المدينـــة الرياضية) فمنطقة سكنية تنتهي بضاحية الرشيد .

تختلف الجزيرة الحرارية لعمان تبعا لاختلاف الفترة الزمنية التي تم فيهـــا القياس من جهة، واختلاف حالة الجو التي كانت سائدة وقت اجراء القياس من جهـــة اخرى ، ويلاحظ ذلك عند اجراء مقارنة بين القياسات المختلفة التي تمت في هذا الفصـــل (الشتاء)، واهم هذه الاختلافات هي :ـ

١. تكون الجزيرة الحرارية اقل وضوحا في الليالي التي تتغطى السماء فيها بالغيـــوم وسرعة الرياح فيها خفيفة عنها في الليالي الصافية وذات الرياح الساكنـــة . فعندما تزداد سرعة الرياح وتتغطى السماء بالغيوم تتناقص الفروق في درجـــة الحرارة بين المدينة واطرافها (شكل ٢.٩)* حيث تساعد طبوغرافية المدينـــة المنحدرة وامتدادها على سفوح الجبال على استمرار الرياح في تلك الليالـــي وزيادة سرعتها فتحول دون تطور الجزيرة الحرارية ونموها وتقل الفروق في درجة الحرارة بين المدينة واطرافها ، كما وتعمل الغيوم على تقليل الاشعة الطويلـــة الموجات بالهروب الى الفضاء سواء في المدينة او الريف ، الامر الذى يترتب عليه فروق محدودة بينهما ، فقد بلغ معدل الفرق بين مركز الجزيرة الحراريـــة (جدول ٢.٠) عندما كانت الرياح ساكنه والسماء صافية حوالي ٣ر٣م° ، فـــي حين انخفض هذا الفرق الى ٨ر١م° عندما كانت سرعة الرياح حوالي ٤ عقـــدة (جدول ٣.٢)* .

---

* تم هذا القياس ما بين الساعة ٥ر٣ الى ٥ر٤ صباح يوم الخميس بتاريخ ١٩٨٥/١/٣١ وقد تأثرت المنطقة ليلة القياس بمرتفع جوى ادى الى ارتفاع درجة الحرارة قليـــلا حيث بلغت درجة الحرارة العظمى ٥ر١٢م والصغرى ٥ر٥م ، وكانت السمـــاء مغطاه جزئيا بالغيوم المنخفضة التي بدأت تتكاثر على ارتفاعات مختلفة عند ساعـــات الصباح الاولى ، وكانت الرياح جنوبية غربية وسرعتها ٤ عقدة ، وبلغت الرطوبـــة النسبية العظمى ٨٢٪ (دائرة الارصاد الجوية ، مطار عمان) .



شكل -٢٩- الجزيرة الحرارية لمدينة عمان بين الساعة الثالثة والنصف و الرابعة والنصف صباحاً بتاريخ ٣١/١/١٩٨٥.

* الباحث *

جدول (٢٢) اختلاف درجة الحرارة بين مركز الجزيرة الحرارية ونهاية محاور القياس في المدينة .*

المحور	اتجاهه	الفرق في درجة الحرارة م° (-)
ماركا	شمال شرق	٥ر٠
الاذاعة	جنوب	٥ر٢
جبل عمان	غرب	٥ر١
الجامعة	شمال غرب	٥ر٢
المعدل		٨ر١

وهذه النتيجة هي نفسها التي توصل اليها (Sundborge عام ١٩٥٠) عندما اشار الى أن الفرق بين درجة حرارة المدينة والريف يتناقص مع ارتفاع نسبة تغطية السماء بالغيوم وزيادة سرعة الرياح والذى وضع العلاقة التالية (١) :-

$$Tu - r = \left(\frac{a - bN}{u} \right)$$

حيث تعني مدلولات الرموز مايلي :-

Tu-r = الفرق بين درجة حرارة المدينة والريف.

N = نسبة تغيم السماء .

u = معدل سرعة الرياح .

a و b = ثوابت تعتمد على نوع الغيوم في المدينة، وتعتمد ايضا على نقطة تقاطع خط الانحدار مع المحور الرأسي .

٢. يؤثر اتجاه الرياح على زيادة او نقصان الفرق في درجة الحرارة بين المدينة واطرافها ، ويوضح شكل (٢٩) أن درجة الحرارة ترتفع في الجهات التي تكون معاكسة لاتجاه الرياح وتنخفض في الجهات الواقعة في مهبها ، ولذا انخفضت درجة الحرارة للاطراف الجنوبية الغربية وارتفعت في الجهات الشمالية الشرقية (ماركا) ، فالرياح التي كانت سائدة ليلة القياس هي الجنوبية الغربية ، ونتج عن ذلك زيادة الفرق في درجة الحرارة بين المدينة واطرافها الجنوبية وقل في الاطراف الشمالية الشرقية (جدول ٢٢) .

---

١. Oke, T.R., 1973, Op. Cit, p. 773.

* انظر شكل (٢٩) .

٠٣ تختلف الجزيرة الحرارية في الليل تبعا لاختلاف وقت القياس حتى ولو تشابهت الظروف الجوية ، ويوضح شكل (٣٠) * أن الفرق بين مركز الجزيرة الحرارية واطراف المدينة قد ازداد مابين الساعة العاشرة والنصف الى الحادية عشرة والنصف مساء حيث بلغ معدله ــ ٤ر٥ْم (جدول ٢٣) ، في حين بلغ حوالي ــ ٣ر٣ْم مابين الساعة الثالثة والنصف الى الرابعة والنصف صباحا (١) .

جدول (٢٣) اختلاف درجة الحرارة بين مركز الجزيرة الحرارية واطراف المدينة في الساعة العاشرة والنصف مساء (٢) .

المحــور	اتجاهــه	الفرق في درجة الحرارة مْ (ــ)
ماركــا	شمال شرق	٤
الاذاعــة	جنــوب	٤
جبل عمان	غــرب	٤
الجامعــة	شمال غرب	٦
المعــدل		٤ر٥

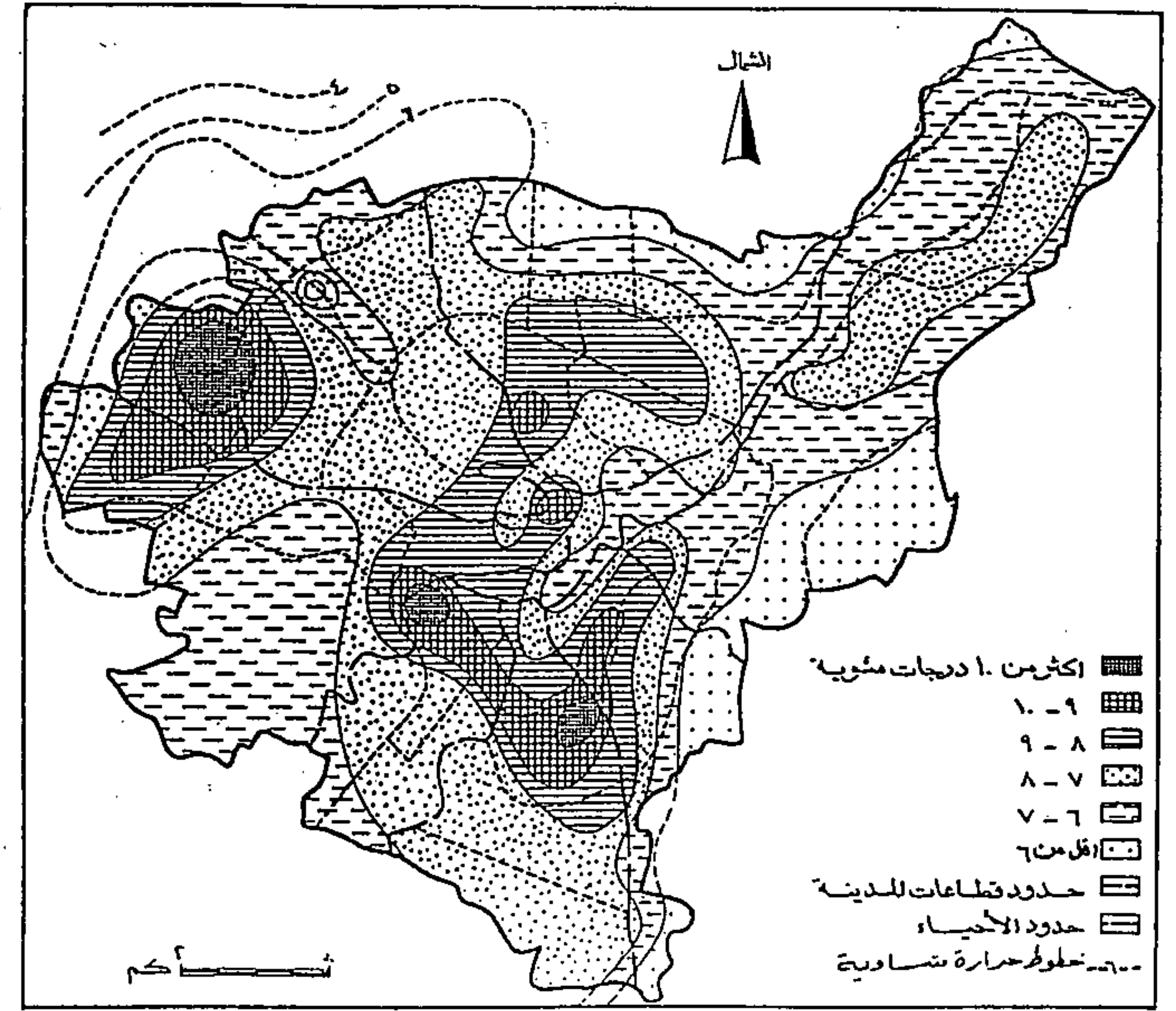
وربما يعود سبب ذلك الى دور التدفئة في رفع درجة الحرارة اينما تواجد السكان وارتفعت الكثافة العمرانية اذ تكون معظم وسائل التدفئة مازال العمل بها مستمرا في الساعة العاشرة مساء بينما تكون معظمها معطلة في ساعات الصباح الاولى ، فعندما يكون العمل مستمرا لوسائل التدفئة تكون البيوت في اوج بثها للطاقة الحرارية ، فيزداد الفرق في درجة الحرارة بين المناطق المأهولة بالسكان ومناطق الفضاء التي يقابل انخفاض درجة حرارتها زيادة في حرق الوقود وتوليد الطاقة في المناطق المأهولة . اما في ساعات الصباح الاولى فيكون دور المباني في بث الطاقة الحرارية في حده الادنى حيث تكون المباني قد فقدت معظم طاقتها وتناقص الفرق بينها وبين مساحات الفضاء .

٠٤ ويتضح من شكل (٣٠) وجود مراكز اخرى ثانوية للجزيرة الحرارية بالقرب من المناطق التي تنتشر فيها التدفئة المركزية كوادي صقرة مثلا ، مما يؤكد

---

* تم هذا القياس مابين الساعة العاشرة والنصف الى الحادية والنصف مساء يوم السبت بتاريخ ٥ / ١ / ١٩٨٥ ، وكان الجو صافيا والرياح ساكنة وبلغت درجة الحرارة العظمى حوالي ٢ر١٣ْم والصغرى ٧ر٢ْم والرطوبة النسبية وقت اجراء القياس حوالي ٨٠٪ .

١ ٠ انظر جدول (٢٠) .
٢ ٠ انظر شكل (٣٠) .



شكل - ٣٠ - الجزيرة الحرارية لمدينة عمان بين الساعة العاشرة والنصف الى الحادية عشرة والنصف مساءً، بتاريخ ٥/١/١٩٨٥.

* الباحث *

لنا ذلك مدى اهمية التدفئة في زيادة ماتبثه من طاقة حرارية تعمل على رفع درجة حرارة المدينة عنها في اطرافها ، فبدت خطوط الحرارة المتساوية اكثر تباعدا منها في ساعات الصباح الباكرة .

٢ : ـ الجزيرة الحرارية لمدينة عمان صيفا : ـ

يعدّ الاشعاع الشمسي في الصيف المصدر الرئيسي للطاقة في المدينة والريف على حد سواء ، فعندما تشرق الشمس يبدأ الاشعاع الشمسي في الزيادة حتى يبلغ اقصى حد له وقت الظهر ، حيث تزداد كمية الحرارة المكتسبة للاسطح المعبدة والمرصوفة في المدينة ذات القدرة الامتصاصية العالية التي تعمل على زيادة درجة حرارة الهواء الملامس لها ويساعدها في ذلك زيادة الطاقة الحرارية التي تنبعث من وسائل المواصلات التي تزداد كثافتها في ساعات الظهر ، فيؤدي ذلك الى ظهور الجزيرة الحرارية للمدينة في ذلك الوقت ، اما في الشتاء فتكون الجزيرة الحرارية اوضح مايمكن في ساعات الليل (كما مرّ سابقا) .

ولكن على مايبدو ان الجزيرة الحرارية في فصل الصيف اقل وضوحا منها في الشتاء ، ويوضح شكل (٣١)* ان مركز الجزيرة يقع بالقرب من وسط المدينة حيث المباني المزدحمة والشوارع الضيقة وكثافة المواصلات المرتفعة التي تبث كميات كبيرة من الطاقة الحرارية الى الجو ، كما ساعد ارتفاع خشونة السطح لوسط المدينة وانخفاض سرعة الرياح وازدياد النشاط البشري وقلة كثافة الاشجار والرطوبة النسبية في وسط المدينة الى ارتفاع درجة حرارته .

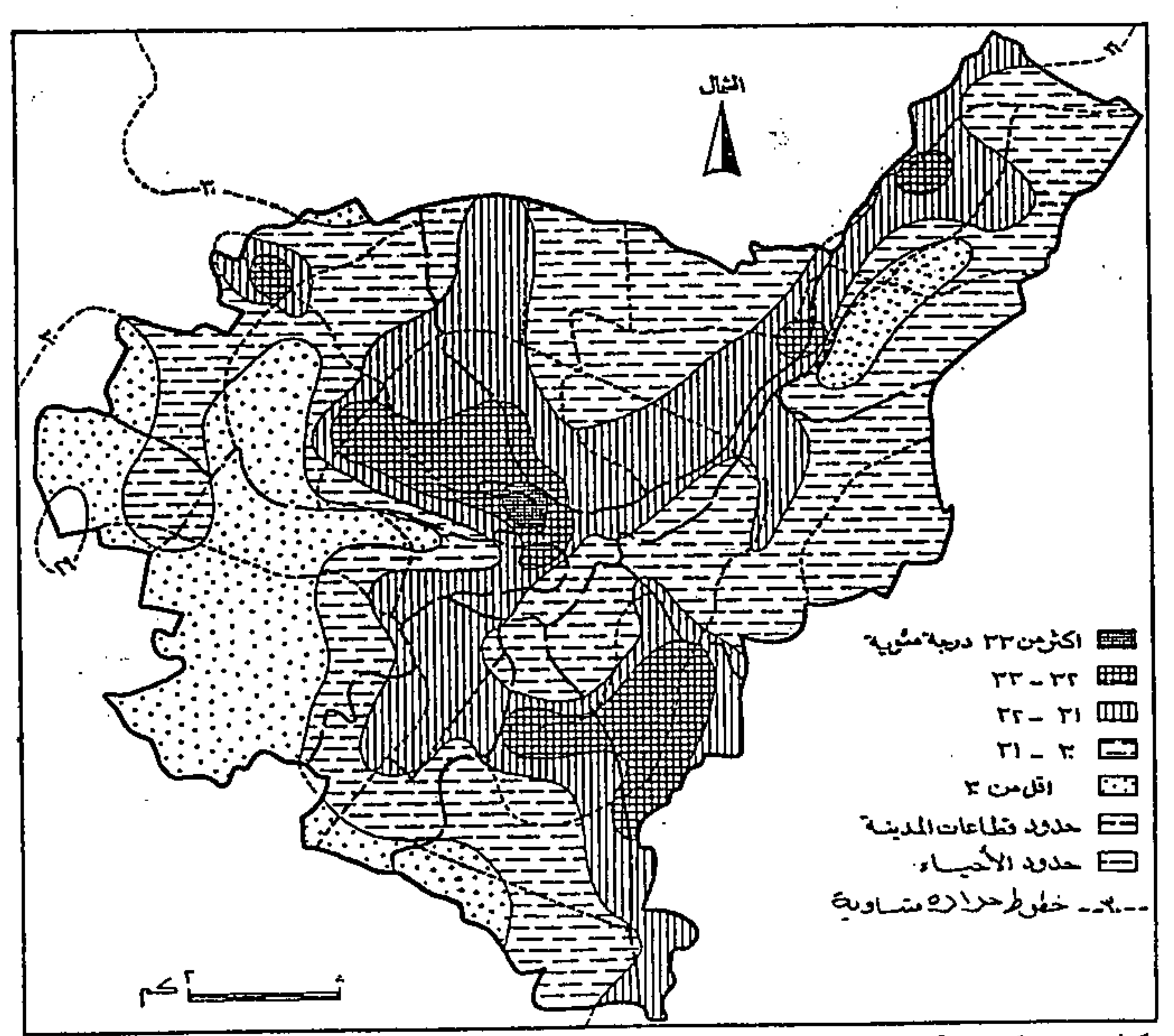
يبلغ معدل الفرق بين مركز الجزيرة الحرارية واطراف المدينة حوالي ٢ مْ ، وقد اختلف في اطرافها الغربية عنه في الجهات الاخرى من المدينة جدول (٢٤) .

جدول (٢٤)* اختلاف درجة الحرارة بين مركز الجزيرة الحرارية واطراف المدينة

المحـــــور	اتجاهـــه	الفرق في درجة الحـــرارة (مْ)
ماركـــــا	شمال شرق	٥ر١
الاذاعــــة	جنـــوب	٥ر١
جبل عمـــان	غـــرب	٥ر٣
الجامعــــة	شمال شرق	٢
المعــــدل		٢

---

* تم هذا القياس يوم الاربعاء بتاريخ ١٩٨٤/٨/٨ مابين الساعة الثانية الى الثالثة ظهرا . وكان الجو صافيا والرياح شمالية غربية معتدلة السرعة (١٠ عقدة) ، بلغت درجة الحرارة العظمى ٦ر٢٩ مْ والدرجة الصغرى ١٩ مْ والرطوبة النسبية في الساعة الثانية ظهرا ٣٢٪ . وقد اثر على المنطقة خلال صيف ١٩٨٤ منخفض جوي موسمي ادى الى انخفاض درجة الحرارة العظمى دون معدلها السنوي بحوالي ٣ مْ ، وكانت الرياح معظم ايام الصيف معتدلة السرعة تتراوح مابين ١٠ـ١٤ عقدة ، (دائرة الارصاد الجوية ، مطار عمان) .



شكل - ٢١- الجزيرة الحرارية لمدينة عمان في الساعة الثانية الثالثة ظهراً بتاريخ ٨/٨/١٩٨٤.

* الباحث

يستنتج من الجدول السابق أن اقل جهات المدينة حرارة هي الغربية ثم الشمالية الغربية بالمقارنة مع الجهات الشرقية والجنوبية التي تتأثر بالمناخ الصحراوى من جهة وارتفاع الكثافة السكانية (شكل ٣٢) والعمرانية وقلة الاشجار والرطوبة النسبية وتركز معظم الصناعات فيها وغلبة مادة الاسمنت على معظم مواد البناء فيها من جهة اخرى .

بينما يكون الوضع مختلفا تماما في الجهات الغربية والشمالية الغربية التي ترتفع فيها الرطوبة النسبية وكثافة الاشجار وتغلب مادة الحجارة على معظم مواد بنائها . وعند ربط الجزيرة الحرارية بانماط استعمالات الاراضي في المدينة (شكل ٣٣) نلاحظ مايلي (جدول ٢٥) :-

جدول (٢٥) اثر استعمالات الارض في المدينة على درجة حرارتها العظمى بتاريخ ١٩٨٤/٨/٨ .

نمط الاستعمال	درجة الحرارة (م ْ)
صناعة	٣٢
سكن	٢٩-٣٢
تجارة	٣٢٫٥
مناطق خضراء	٢٩٫٥
مساحات معبدة	٣٢

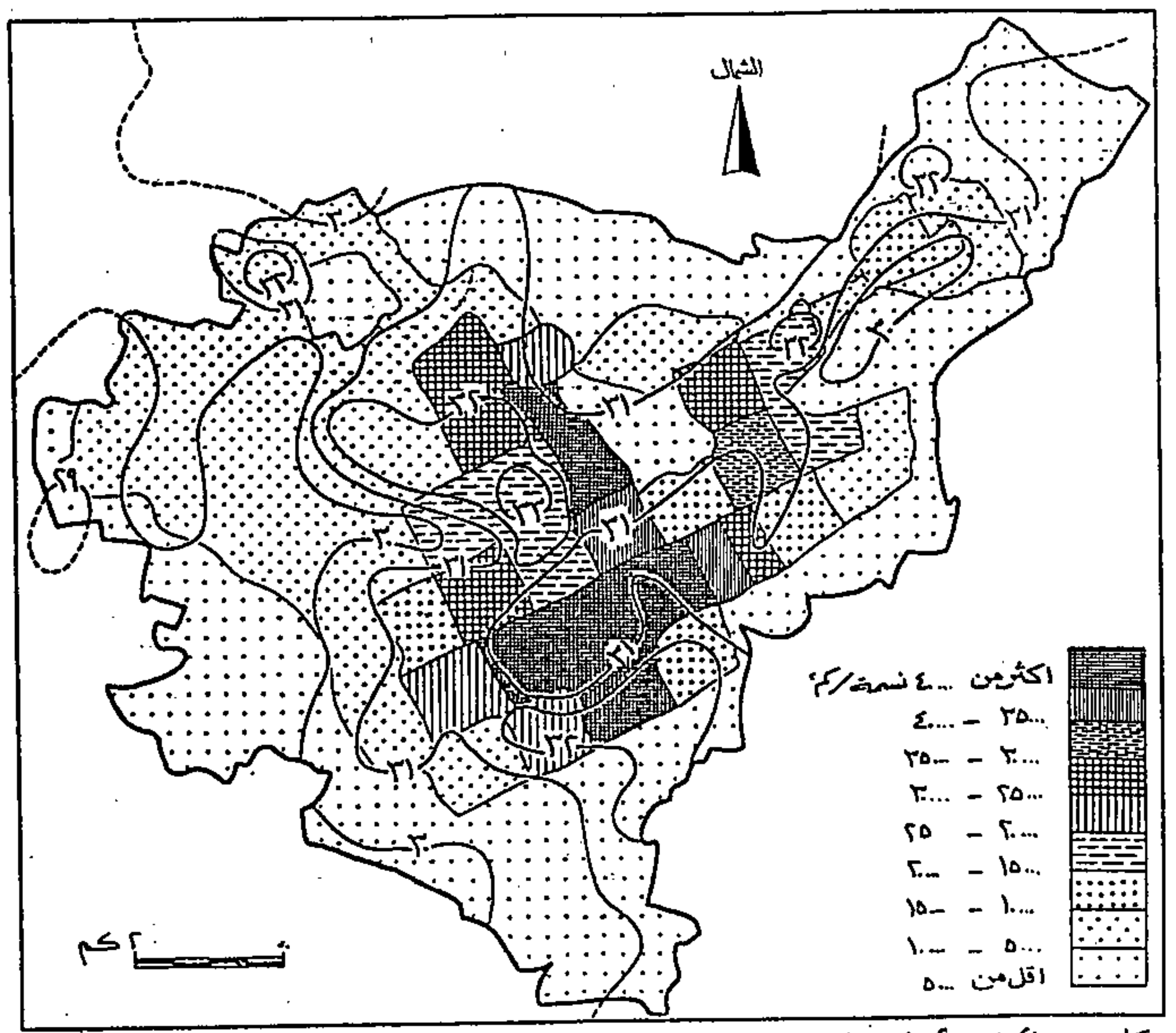
١. ارتفعت درجات الحرارة في المناطق الصناعية التي تتركز في منطقتين ، تقع الاولى شمال شرق المدينة (ماركا) والثانية في جنوب شرقها (بالقرب من القويسمة)* ، وربما يعود سبب ارتفاع درجة الحرارة في هذه المناطق الى ماتبثه المصانع من كميات كبيرة من الطاقة الحرارية ، ووقوع معظمها في مناطق تتأثر بالمناخ الصحراوى .

٢. ارتفعت درجة الحرارة في المناطق التجارية التي يتركز معظمها في وسط المدينة حيث السوق التجارى الرئيسي و تتدفق عليه وسائط النقل والمشترون من سفوح الجبال المحدقه به ، فتزداد فيه نشاطات الانسان التي يترتب عليها بث كميات كبيرة من الطاقة الحرارية ، فترتفع درجة الحرارة .

٣. حيثما توجد المناطق السكنية والمساحات المعبدة ترتفع درجة الحرارة بسبب زيادة القدرة الامتصاصية للمواد التي تبنى منها المساكن والمناطق المعبدة او المطلية بالقار ، غير ان درجة الحرارة قد اختلفت في المناطق السكنية تبعا

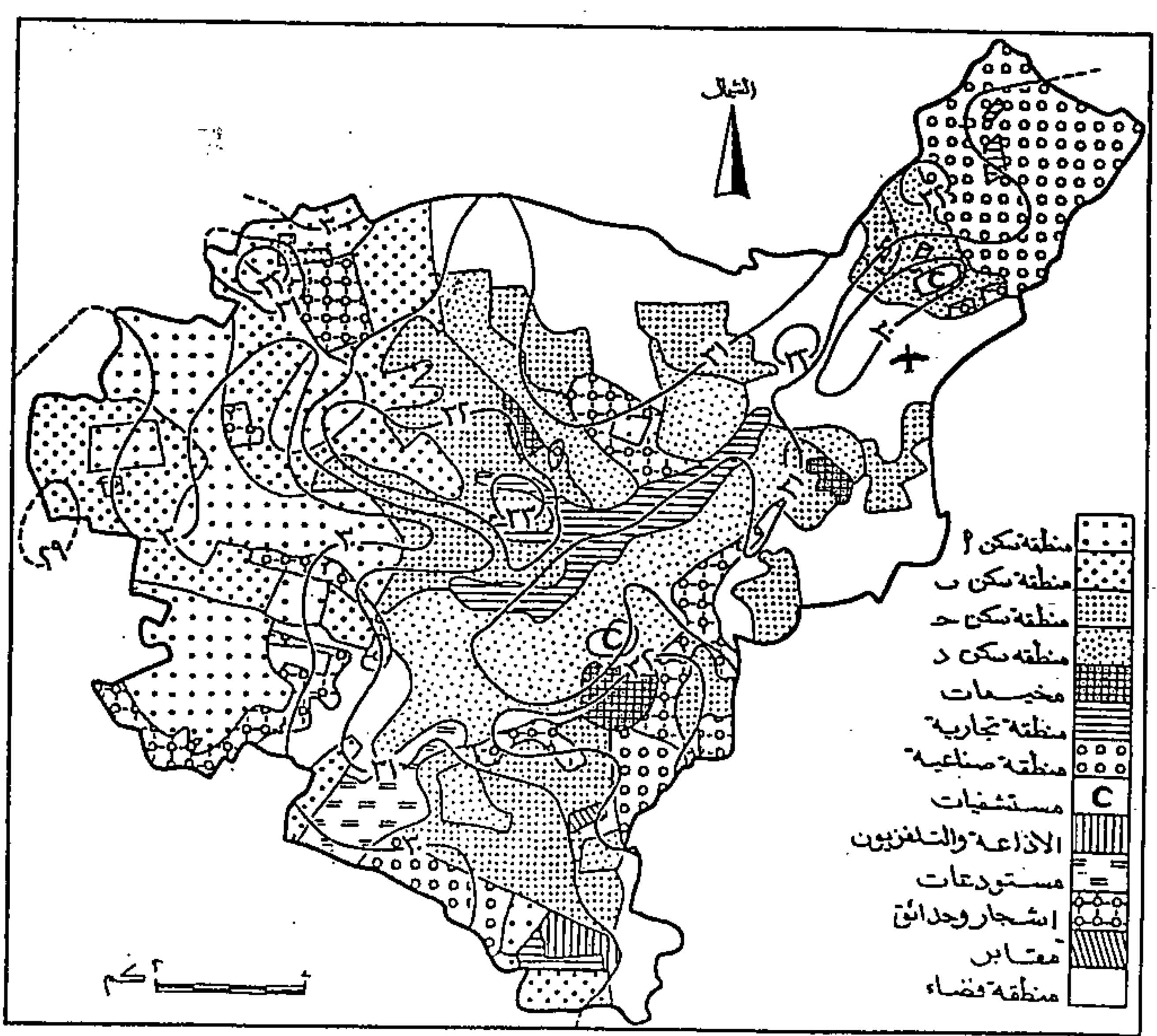
---

* انظر خارطة استعمال الاراضي في مدينة عمان ، شكل (٢٧) .



شكل - ٣٣ - الجزيرة الحرارية لمدينة عمان بين الساعة الثانية و الثالثة ظهراً بتاريخ ٨/٨/١٩٨٤
وكثافة السكان في المدينة

"الباحث"



شكل -٣٣- الجزيرة الحرارية لمدينة عمان بين الساعة الثانية و الثالثة ظهراً بتاريخ ١٩٨٤/٨/٨
واستعمال الارض في المدينة

لاختلاف فئة البناء المسموحة بها ، فحيثما توجد فئة (جـ) و (د) تزد حم المباني الشعبية وترتفع الكثافة السكانية وتقل الاشجار ويغلب الاسمنت على معظم مواد البناء فترتفع درجة الحرارة نتيجة لذلك . واهم هذه المناطق هي :ـ الوحدات والنظيف والنزهة والتاج ، وحيثما توجد فئة (أ) و (ب) تقل الكثافة العمرانية وتتباعد المباني ويزداد ارتفاعها وتقل الكثافة السكانية وتزداد الاشجار والحدائق المنزلية وتغلب الحجارة على معظم مواد البناء فتنخفض درجة الحرارة فيها بحوالي ٢م° عنها في مناطق سكن (جـ) و (د) ، واهم هذه المناطق (فئة "أ" و "ب") هي ، الشميساني والرضوان وام اذينة وعبدون* .

٤ . تنخفض درجة الحرارة في المناطق التي تنتشر فيها الحدائق العامة والمنزلية ، بسبب تأثيرها الملطف نتيجة ظلالها الوارفة وقلة المنشآت العمرانية والاسطح المعبدة ذات القدرة الامتصاصية العالية ، واهم هذه المناطق هي المدينة الرياضية وجبل عمان والشميساني . ويوضح شكل (٣١) أن درجة الحرارة ترتفع وتظهر مراكز اخرى ثانوية للجزيرة الحرارية بالقرب من المداخل الرئيسية للمدينة وعند تقاطعات الطرق الرئيسية فيها ، بسبب ارتفاع كثافة المواصلات وزيادة المساحات المعبدة ، واهم هذه المناطق هي :ـ تقاطع المدينة الرياضية واتوستراد الزرقاء عمان ودوار الشرق الاوسط على محور الاذاعة وجسر المهاجرين وتقاطع شارع فيصل مع شارع الملك حسين والامير محمد (وسط المدينة) .

وعلى الرغم من تعديل درجات الحرارة الى نفس المستوى الا ان درجات الحرارة بقيت مرتفعة حيث مسارب الاودية التي بدت وكأنها قنوات تجرف معها الطاقة الحرارية (شكل ٣٤، ٣٥) ويساعدها في ذلك أن معظم مساربها تبدأ من الجنوب والغرب وتتجه نحو الشمال والشرق وهي في ذلك مع اتجاه الرياح السائدة في هذا الفصل وهي الغربية (١) ، فتسلكها الرياح وتتحدر اليها من اعالي الجبال حاملة معها الطاقة الحرارية ، كما ساعد ازدحام وسائل المواصلات في مساربها الضيقة حيث الشوارع الرئيسية التي تغذى مركز المدينة بالسيارات ووسائط النقل الاخرى على رفع درجة حرارة تلك الاودية .

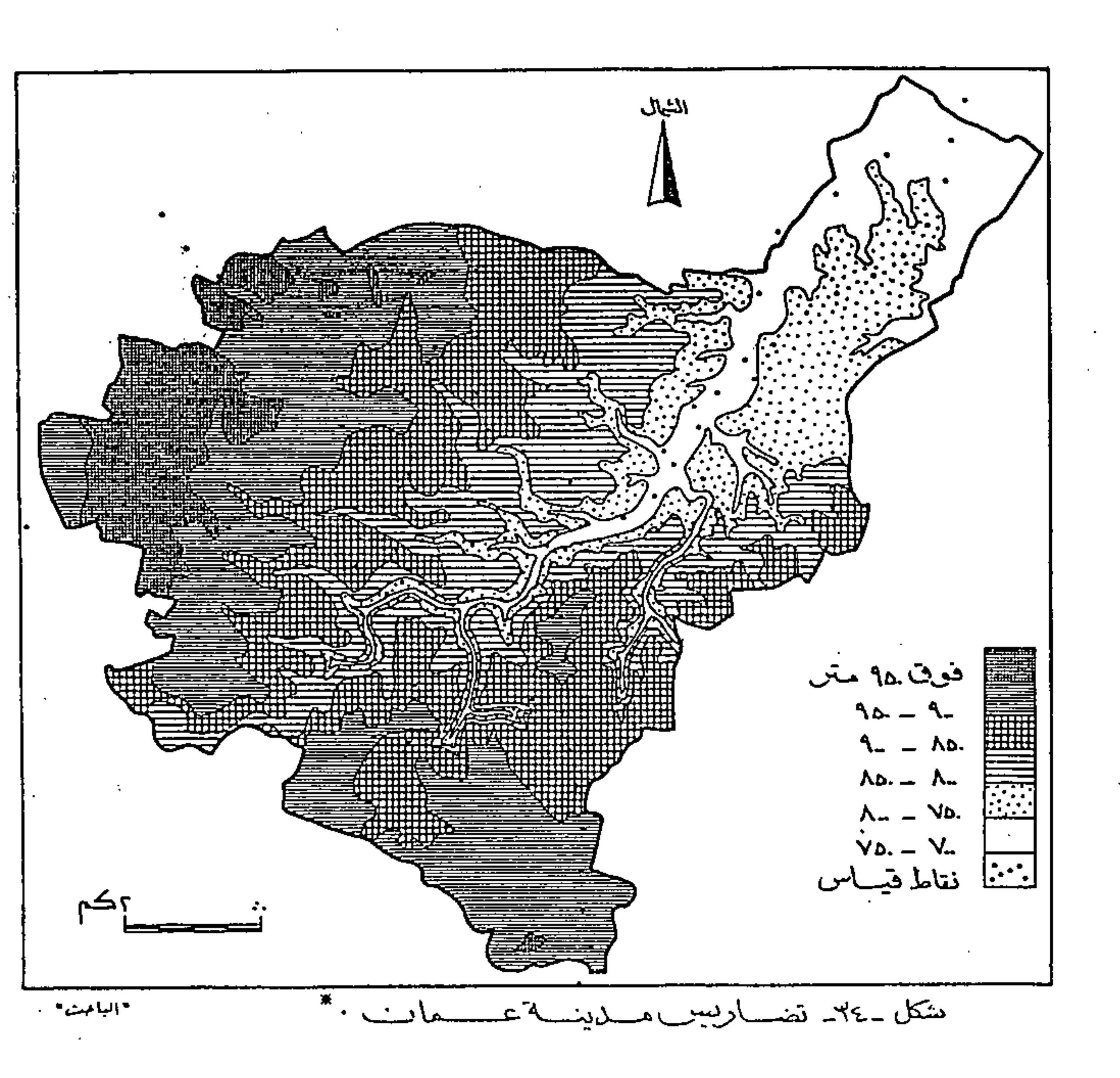
ويختلف معدل درجة الحرارة في محاور القياس الرئيسية (جدول ٢٦) ** ، فهو مرتفع في محور الاذاعة والجامعة عنه في محور جبل عمان وماركا .

---

* انظر خريطة استعمالات الاراضي في مدينة عمان شكل (٢٧).

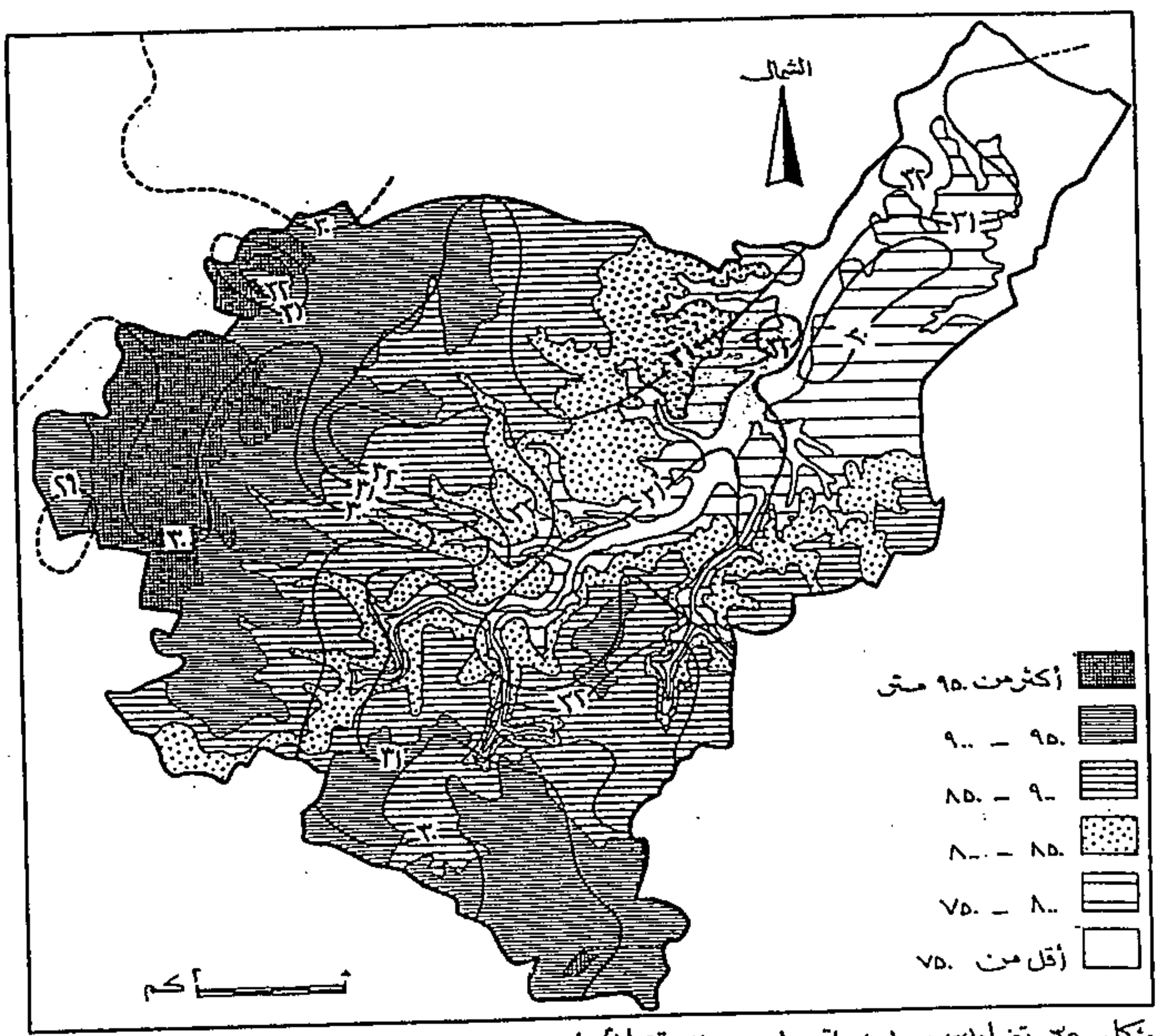
١ . انظر نجمة الرياح لمطار عمان . (الفصل الثا) .

** المعدلات الواردة فيه هي لجميع نقاط القياس لكل محور .



شكل -٣٤- تضاريس مدينة عمان . *

* اشترك الباحث مع امانة العاصمة في اعداد هذه الخريطة .



شكل -٢٥- تضاريس مدينة عمان وجزيرتها الحرارية بين الساعة الثانية والثالثة ظهراً*

(بتاريخ ٨/٨/١٩٨٤)

* الباحث

جدول (٢٦) معدل درجة الحرارة العظمى لمحاور القياس الرئيسية في عمان خلال شهر تموز وآب عام ١٩٨٤ .

المحور	اتجاهه	معدل درجة الحرارة م°	الانحراف المعياري %	معامل الاختلاف	الفرق بين معدل درجة حرارة المحور ووسط المدينة (م°)
وسط المدينة	—	٣١ر٦	٠ر٩٧	٣	٠ر٠
ماركا	شمال شرق	٣٠ر٦	٠ر٨٩	٣	— ١
الاذاعة	جنوب	٣١ر١	٠ر٦٥	٢	— ٠ر٥
جبل عمان	غرب	٢٩ر٥	٠ر٨٧	٣	— ٢ر١
الجامعة	شمال غرب	٣٠ر٩	١ر١	٣ر٧	— ٠ر٧

ويستنتج من الجدول السابق مايلي :ـ

١ . يرتفع معدل درجة الحرارة في محور الاذاعة نتيجة لارتفاع الكثافة السكانية والعمرانية وتأثر نهايته بالمناخ الصحراوي .

٢ . يعود سبب ارتفاع معدل درجة حرارة محور الجامعة الى ارتفاع كثافة المواصلات عند تقاطعات طرقه الرئيسية ، كتقاطع العبدلي والداخلية والمدينة الرياضية حيث تقع معظم الدوائر الحكومية والمكاتب الخاصة عليه .

٣ . ينخفض معدل درجة الحرارة لمحور ماركا بسبب قلة كثافة المواصلات التي تحولت معظمها الى اتوستراد الزرقاء عمان .

٤ . يعتبر محور جبل عمان اقل المحاور جميعها حرارة ، بسبب زيادة الاشجار والحدائق المنزلية ووقوعه في مهب الرياح السائدة وهي الغربية بالاضافة الى اسباب اخرى ذكرت سابقا .

٥ . تبدو الفروق الحرارية بين محاور القياس المختلفة قليلة ، ولعل سبب ذلك يعود الى سيطرة الاشعاع الشمسي على جميع مصادر الطاقة في المدينة صيفا مما قلل من معامل الاختلاف لدرجة الحرارة لجميع محاور القياس .

٣ :ـ نمط التوزيع المكاني لدرجة الحرارة صيفا وشتاء .

تعدّ دراسة الترابط والتوزيع المكاني لظاهرة ما من اكثر اهتمامات علم الجغرافيا في الوقت الحاضر ، والجزيرة الحرارية كأية ظاهرة جغرافيا اخرى تختلف في انتشارها وتوزعها تبعا لاختلاف المكان والزمان نتيجة عوامل معقدة ومتشابكة ، فدرجة الحرارة في مدينة عمان تختلف من مكان لآخر سواء بالابتعاد عن مركز المدينة او بالاتجاه نحو الشرق والغرب أو الشمال والجنوب .

ولمعرفة طبيعة الاتجاه العام لهذا الاختلاف (Secular trend surface) صعودا أو هبوطا ومقدار الارتباط بين درجة الحرارة والاتجاهات المختلفة للمدينة ومدى تفسير هذه الاتجاهات للاختلاف المكاني لدرجة الحرارة ، بالاضافة الى معرفة درجة الحرارة المقدرة ، فقد استخدم الباحث بعض الوسائل الاحصائية المتقدمة وهي ماتسمى (Trend surface analysis) من الدرجة الأولى والثانية والثالثة [١] لقياسات ثلاثة كان الباحث قد اجراها ، الأول في شهر آب عام ١٩٨٤ والثاني في كانون الأول من العام نفسه والثالث في شهر كانون الثاني لعام ١٩٨٥ ، وتتلخص النتائج فيما يلي :- (جدول ٨) .

جدول (٢٧) ملخص نتائج سطح الانحدار من الدرجة الاولى والثانية والثالثة ومقارنة القياسات الثلاثة مع بعضها .

درجة الانحدار	* الارتباط البسيط V	* الارتباط البسيط U	الارتباط المتعدد R	مقدار التفسير R^2 %
١ . شهر آب بتاريخ ٨/٨/١٩٨٤ الساعة ٢ ـ ٣ ظهرا				
الأولى	ـ١٨ر٠	١٥ر٠	٢٤ر٠	٦
الثانية	ـ١٨ر٠	٠٤ر٠	٤٢ر٠	١٨
الثالثة	ـ١٧ر٠	ـ٠٣ر٠	٤٦ر٠	٢١
٢ . شهر كانون الأول بتاريخ ١٩/١٢/١٩٨٤ الساعة ٥ر٣ـ٥ر٤ صباحا				
الأولى	ـ٣٠ر٠	ـ١٥ر٠	٣٢ر٠	١٠
الثانية	ـ٣٦ر٠	ـ١٩ر٠	٤٤ر٠	١٩
الثالثة	ـ٣٦ر٠	ـ٢١ر٠	٦١ر٠	٣٧
٣ . شهر كانون الثاني بتاريخ ٣١/١/١٩٨٥ الساعة ٥ر٣ـ٥ر٤ صباحا				
الأولى	ـ٠٦ر٠	٣٤ر٠	٣٦ر٠	١٣
الثانية	ـ١٦ر٠	٣٦ر٠	٦٤ر٠	٤١
الثالثة	ـ٢٠ر٠	٣٥ر٠	٧٦ر٠	٥٨

١ . ورد ذكر هذه المعادلات في المنهجية .

* لمعاملات الارتباط جميعها دلالة احصائية على مستوى الثقة ٩٩٪ باستثناء الارتباطات ١٨ر٠ ، ١٥ر٠ (آب) لهما دلالة احصائية على مستوى الثقة ٩٥٪ حسب اختبار t .

١ • دلت نتائج تطبيق ثلاثة نماذج من سطوح الانحدار لدرجة الحرارة في المدينة لمئة نقطة قياس وواحدة ، قيست احداثياتها من الركن الجنوبي الغربي لخارطة عمان (١) ، على ان مقدار الارتباط والتفسير قد ازداد عند رفع درجة سطح الانحدار من الدرجة الأولى ثم الثانية فالثالثة لجميع القياسات التي سبق ذكرها ، ومعنى ذلك أن مقدار التباين المكاني لدرجة الحرارة يزداد بارتفاع درجة سطح الانحدار ، اذ يزداد تأثير العوامل الموضعية الدقيقة على نمط التوزيع العام •

٢ • كان مقدار الارتباط والتفسير قليلا في شهر آب ثم ازداد في شهر كانون الأول ثم شهر كانون الثاني ، الامر الذى يوضح لنا أن الاختلاف المكاني لدرجة الحرارة يكون اوضح مايمكن في الشتاء عنه في الصيف وفي الليل عنه في النهار لاسباب طبيعية واخرى بشرية سبق ذكرها •

٣ • يوضح الاتجاه العام لاختلاف درجات الحرارة بأن هناك ارتفاعا في درجة الحرارة صيفا بالاتجاه من الغرب الى الشرق ومن الشمال الى الجنوب في حين تناقصت درجات الحرارة شتاء بالاتجاه من الغرب الى الشرق ومن الجنوب الى الشمال • وقد شذ عن ذلك قياس كانون الثاني حيث اشار الاتجاه العام الى أن هناك تزايدا في درجة الحرارة بالاتجاه من الغرب الى الشرق لاسباب تتعلق بالظروف الجوية التي كانت سائدة وقت القياس (سبق ذكرها) في حين بقيت درجة الحرارة في تناقص بالاتجاه من الجنوب نحو الشمال كما حدث في قياس كانون الأول •

٤ • اختلف مقدار التناقص لدرجة الحرارة باختلاف المكان والزمان ولم يكن متساويا لجميع القياسات ولا لمختلف الاتجاهات ، فهو اكبر في الشتاء عنه في الصيف وفي الليل عنه في النهار مما يؤكد لنا صحة الفرضية السابقة والتي تقول بأن الجزيرة الحرارية تكون اوضح في الليل والشتاء عنها في النهار والصيف •

وتتضح لنا هذه الاختلافات وبشكل اكثر تفصيل على النحو التالي :ـ

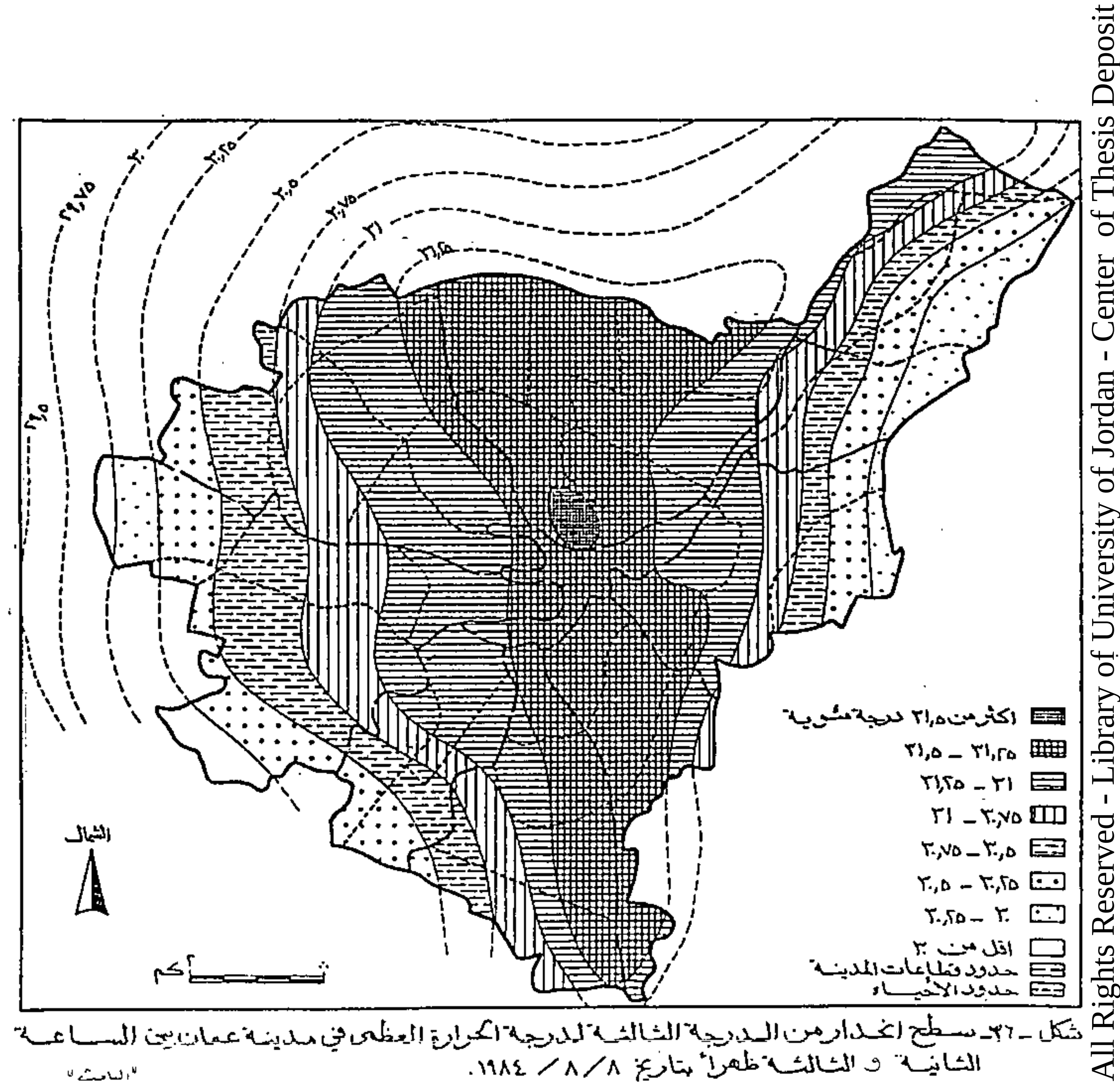
١ • <u>الصيف</u> :ـ

قياس شهر آب بتاريخ ١٩٨٤/٨/٨ بين الساعة الثانية والثالثة ظهرا :ـ

يوضح شكل رقم (٣٦) بأن اعلى مناطق المدينة حرارة هي التي ترتفع فيها الكثافة السكانية والعمرانية كمنطقة وادي الحدادة وبداية النزهة ومركز المدينة ومنطقة التاج والاشرفية والجوفة ومخيم الوحدات وجبل النظيف والمهاجرين ، كما يوضح الشكل بأن اعلى جهات المدينة حرارة هي الشمالية الشرقية والجنوبية الشرقية والجنوبية وهذه النتيجة هي نفسها التي كان قد توصل اليها تيرجنج حيث اشار الى ان الاشعة

---

١ • انظر شكل (٦) •



شكل ـ ٢٦ ـ سطح انحدار من الدرجة الثالثة لدرجة الحرارة العظمى في مدينة عمان بين الساعة الثانية و الثالثة ظهراً بتاريخ ٨ / ٨ / ١٩٨٤.

"الباحث"

الشمسية التي تصل هذه الجهات تكون اكبر عنها في الجهات الاخرى نتيجة انحراف الشمس صيفا بحوالي ٥ر٢٣ درجة نحو الشمال [١] ، هذا فضلا على تأثير هذه الجهات اكثر من غيرها بالمناخ الصحراوى . كما يوضح الشكل أن درجات الحرارة تناقصت بالاتجاه نحو الغرب والشمال الغربي والجنوب الغربي ، لاسباب ذكرت في السابق .

وقد اختلف معدل تناقص درجة الحرارة بالابتعاد عن مركز الجزيرة الحرارية والتوجه نحو اطراف المدينة ويتضح ذلك في جدول (٢٨) .

جدول (٢٨) معدل تناقص درجة الحرارة بالابتعاد عن مركز الجزيرة الحرارية والتوجه الى اطراف المدينة .

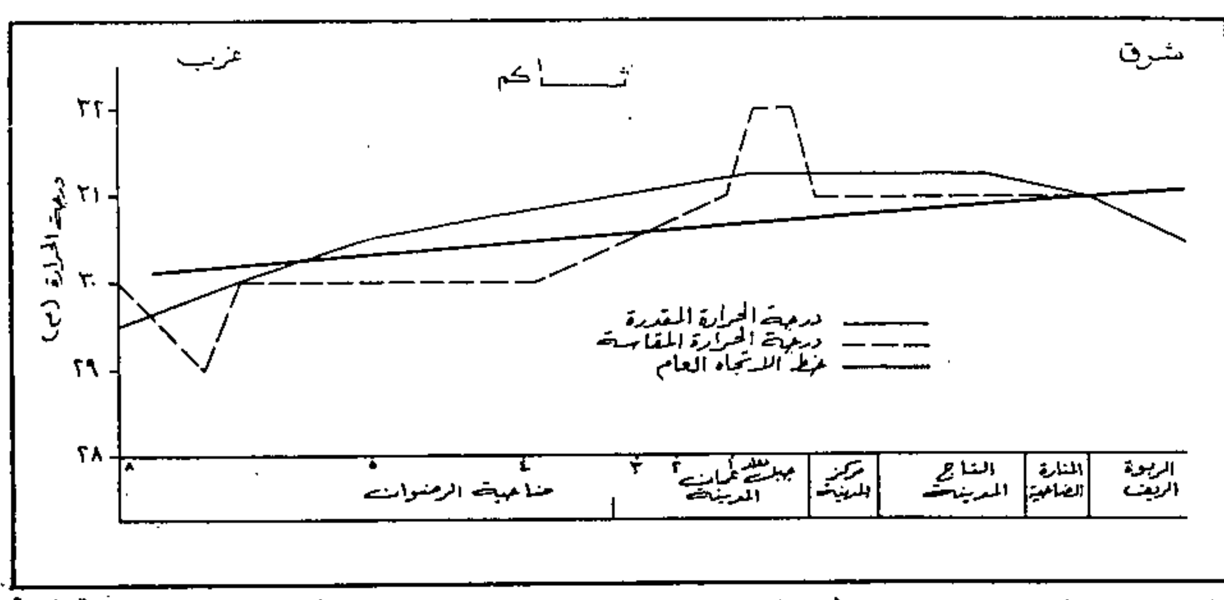
الاتجاه	معدل التناقص درجة مئوية / كم
شمال	٠٦ر٠
شرق	٢٠ر٠
جنوب	٠٣ر٠
غرب	٢٤ر٠
المعدل	١٣ر٠

يستنتج من الجدول السابق أن معدل التناقص هو اكبر في الجهات الغربية والشرقية عنه في الجهات الشمالية والجنوبية وان الاتجاه العام لدرجة الحرارة (شكل ٣٧) يفيد بأن هناك اتجاها عاما متصاعدا بالاتجاه من الغرب الى الشرق . ولكنه تصاعد بسيط الامر الذى يؤكد لنا بأن اختلاف درجة الحرارة بين المدينة يكون قليلا في الصيف .

---

١ . للمزيد من التفصيلات انظر :ـ

1. Terjung, W.H., and Louno, S.F., 1973. Op. Cit, pp. 195 - 197.
2. Suleiman, M.M., 1979. Op. Cit, pp. 37 - 131.



شكل -٣٧- مقطع لدرجة الحرارة العظمى المقاسة والمقدرة في مدينة عمان صيفاً (عن شكل ٢١، ٣٦) "الباحث"

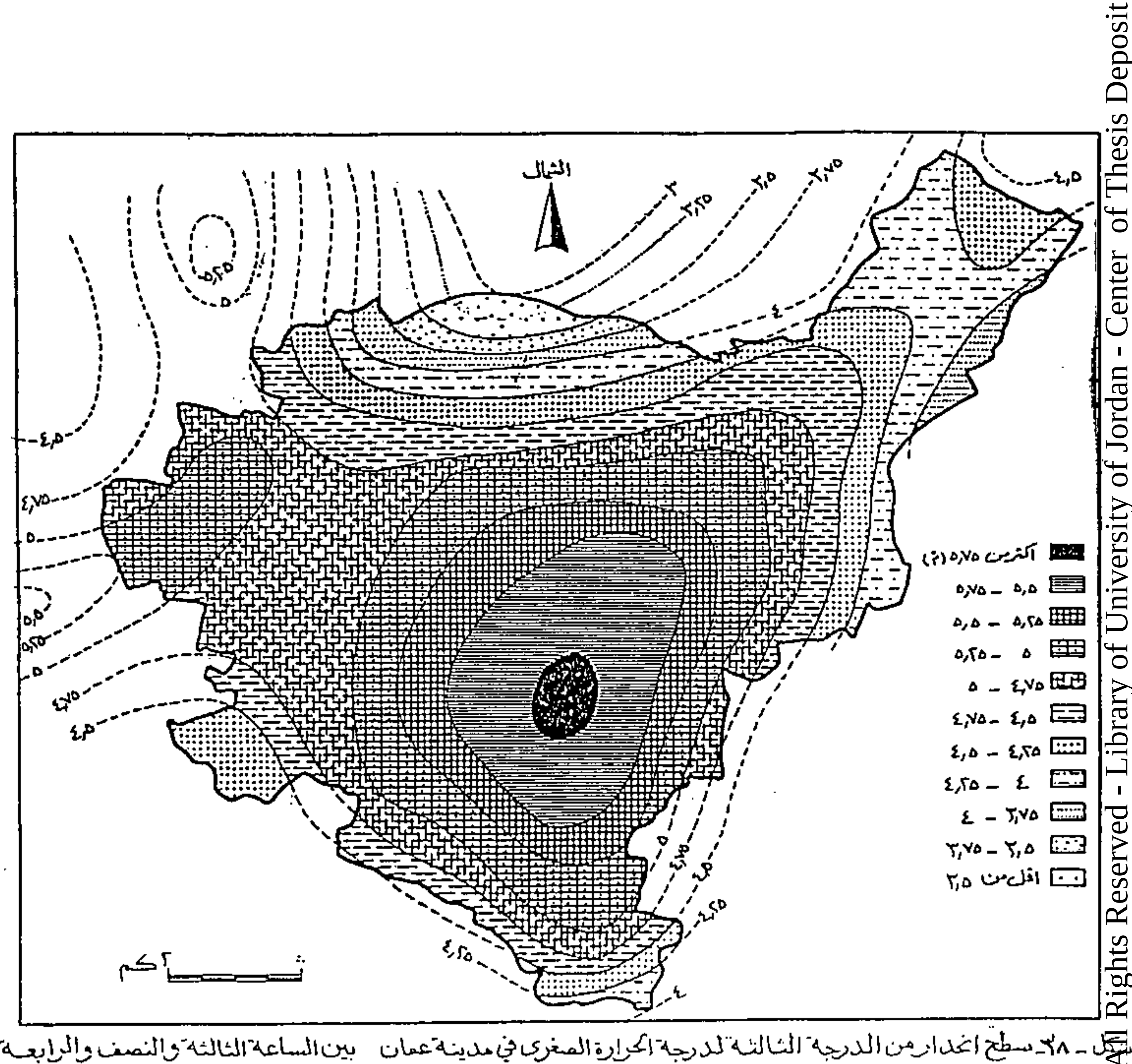
٢ . الشتــــاء :-

أ -كانون الاول بتاريخ ١٩ / ١٢ / ١٩٨٤ مابين الساعة ٥ر٣ - ٥ر٤ صباحا .

يوضح شكل (٣٨) أن اعلى درجات الحرارة قد شملت المناطق ذات الكثافة السكانية والعمرانية المرتفعة وهي منطقة الاشرفية والجوفة ومخيم الوحدات والنظيف بشكل خاص ثم التاج ووادى الحدادة وبداية جبل عمان والمهاجرين وحي نزال والاخضر ومركز المدينة بشكل عام ، ثم بدأت درجة الحرارة بعد ذلك بالانخفاض بالتوجه نحو الاطراف ، وقد اختلف معدل التناقص بالابتعاد عن مركز الجزيرة الحرارية والتوجه نحو الاطراف ، وهذا مايوضحه جدول (٢٩) .

جدول (٢٩) معدل تناقص درجة الحرارة بالابتعاد عن مركز الجزيرة الحرارية والتوجه نحو اطراف المدينة .

الاتجــــاه	معدل التناقص درجة مئوية / كم
شمــــال	٥٠ر٠
شــــرق	٥٠ر٠
جنــــوب	٤٠ر٠
غـــرب	٢٥ر٠
المعــــدل	٤٠ر٠

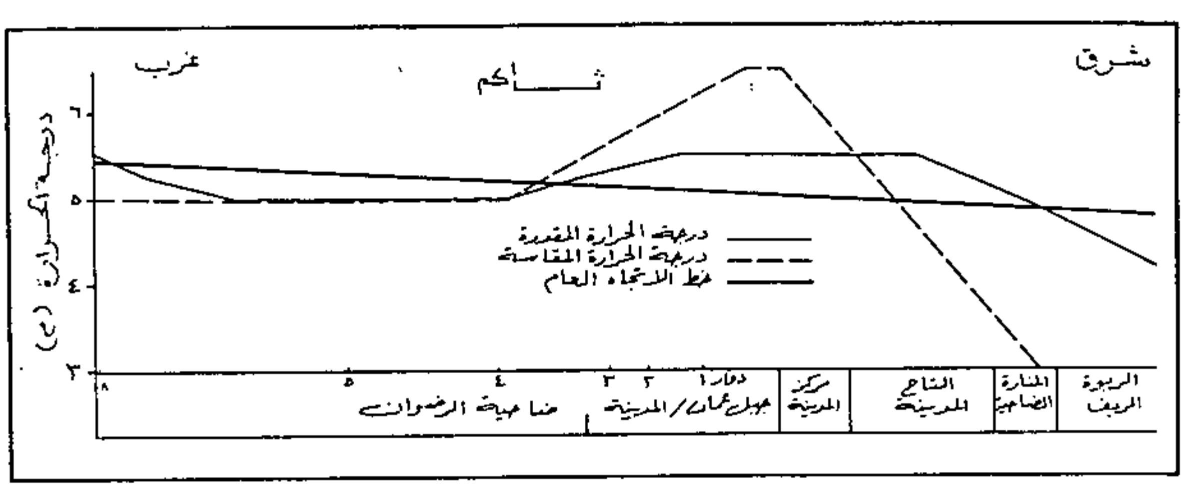


شكل - ٢٨ سطح انحدار من الدرجة الثالثة لدرجة الحرارة الصغرى في مدينة عمان بين الساعة الثالثة والنصف والرابعة والنصف صباحاً بتاريخ ١٩/١٢/١٩٨٤.

الباحث

يستنتج من الجدول السابق أن معدل التناقص اكبر في الجهات الشمالية والشرقية عنه في الجهات الغربية، وقد يعود ذلك الى تناقص الكثافة السكانية والعمرانية وزيادة مساحة الفضاء بالتوجه نحو الاطراف الشمالية والشرقية هذا فضلا على تأثر المنطقة الشرقية بالمناخ الصحراوي ، في حين قد يعود سبب دفء المناطق الغربية الى نوع التدفئة المستخدمة فيها وهي التدفئة المركزية .

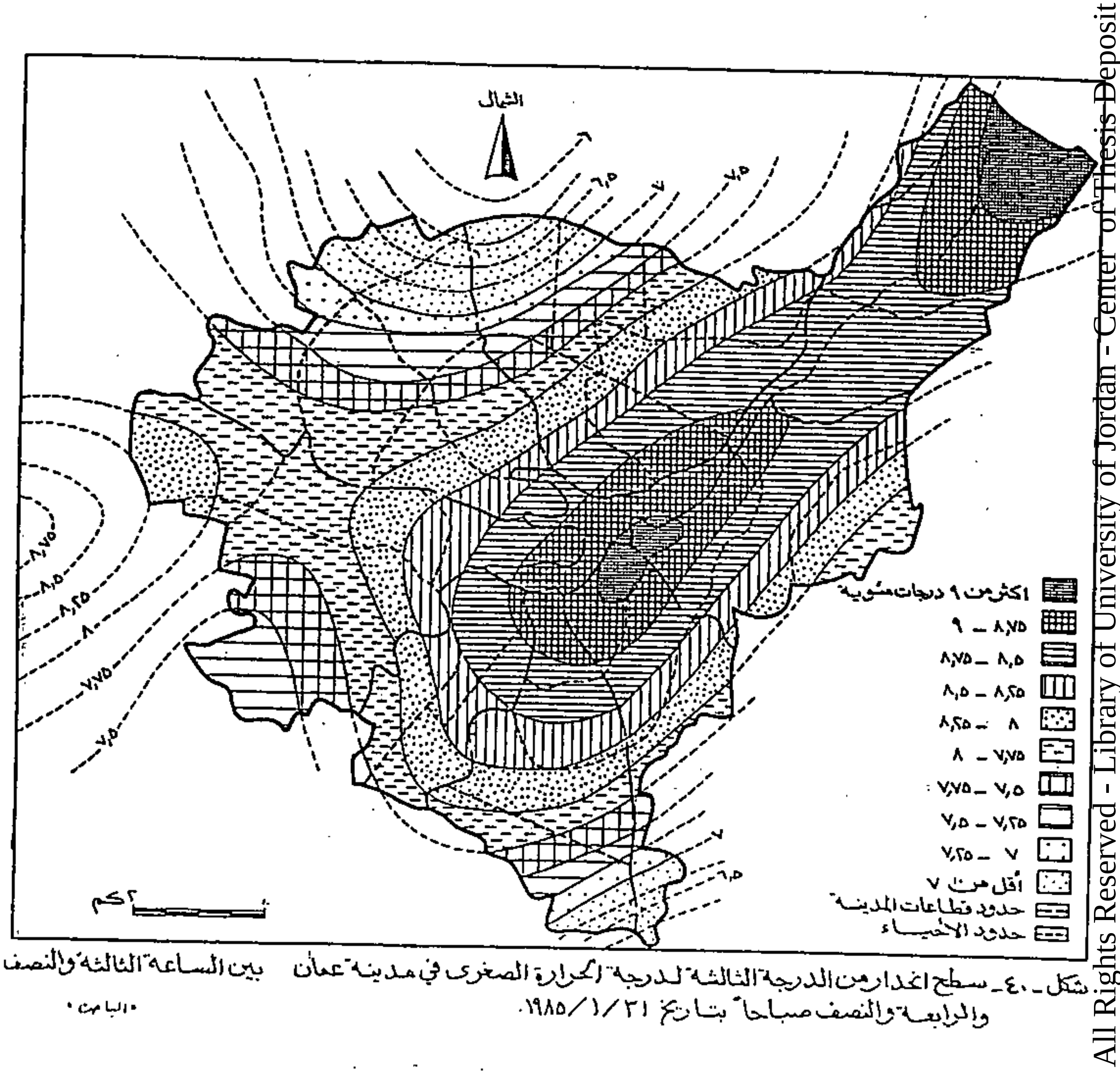
ويوضح شكل (٣٩) أن درجة الحرارة بقيت مرتفعة ابتداء من مركز المدينة حتى الدوار الاول في جبل عمان ثم بدأت بعد ذلك بالانخفاض التدريجي بمعدل ١ر٠ درجة مئوية لكل كيلو متر حتى الدوار الخامس ثم بدأت بالارتفاع التدريجي حتى الدوار الثامن بمعدل ١٦ درجة / كم ، وقد يعود هذا الارتفاع الى تأثر المنطقة بجزية حرارية اخرى تساعد على تكوينها بلدة بيادر وادي السير ، اما اختلاف درجة الحرارة بالتوجه نحو الشرق فيوضح الشكل نفسه ، أن درجة الحرارة بقيت مرتفعة ابتداء من مركز المدينة حتى آخر منطقة التاج التي ترتفع فيها الكثافة السكانية والعمرانية ثم عادت درجة الحرارة وانخفضت بشكل مفاجئ وسريع بالاتجاه نحو منطقة المناره والربوه حيث تقل الكثافة السكانية والعمرانية وتزداد مساحة الفضاء وتتأثر بالمناخ الصحراوي .



شكل -٣٩: مقطع لدرجة الحرارة الصغرى المقاسة والمقدرة في مدينة عمان (عن شكل ٢٥، ٣٨) * الباحث

ب - كانون الثاني بتاريخ ١٩٨٥/١/٣١ الساعة ٥ر٣ الى ٥ر٤ صباحا .

يوضح شكل (٤٠) بأن هناك تشابها بينه وبين قياس كانون الاول حيث ارتفعت درجة الحرارة في المناطق التي ترتفع فيها الكثافة السكانية والعمرانية وتقل فيها مساحة الفضاء ، ومع ذلك فقد ابرز الشكل بعض الاختلافات التي من اهمها ما يلي :



شكل ـ ٤٠ ـ سطح انحدار من الدرجة الثالثة لدرجة الحرارة الصغرى في مدينة عمان بين الساعة الثالثة والنصف والرابعة والنصف صباحاً بتاريخ ٣١/١/١٩٨٥.

• الباحث •

١ · تحرك مركز الجزيرة الحرارية بالاتجاه من الجنوب الغربي الى الشمال الشرقي ويؤكد لنا هذا صحة الفرضية السابقة وهي أن مركز الجزيرة الحرارية يجاري اتجاه الرياح السائدة علما بأن الرياح كانت ساكنة في قياس كانون الاول بينما كان اتجاهها في قياس كانون الثاني جنوبية غربية، ونتيجة لذلك ظهرت المناطق الشمالية الشرقية والجنوبية الشرقية اكثر دفئاً من المناطق الاخرى لاسباب ذكرت سابقا ·

٢ · قل معدل التناقص لدرجة الحرارة بالابتعاد عن مركز الجزيرة الحرارية والتوجه نحو الشرق مقارنة لما كان عليه الوضع في قياس كانون الاول وهذا ما يوضحه جدول (٣٠) ·

جدول (٣٠) معدل تناقص درجة الحرارة بالابتعاد عن مركز الجزيرة الحرارية والتوجه الى اطراف المدينة ·

الاتجاه	معدل التناقص درجة مئوية / كم
شمال	٥٧ر٠
شرق	٢٢ر٠
جنوب	٥٥ر٠
غرب	٢٤ر٠
المعدل	٤٠ر٠

يستنتج من الجدول السابق أن الجهات الشرقية كان معدل التناقص فيها اقل من الجهات الغربية ، حيث يوضح شكل (٤١) أن هناك اتجاهاً عاماً متصاعداً لدرجة الحرارة من الغرب الى الشرق ولكنه تصاعد بسيط ،وقد يعود سبب هذا التصاعد الى اتجاه الرياح التي كانت سائدة وقت القياس ·

٣ · بدت منطقة الدوار الثامن اكثر تأثرا ببلدة بيادر وادى السير وبشكل اوضح مما كان عليه الامر في قياس كانون الاول (انظر شكل رقم ٣٩ ، ٤١) ·

شكل -٤١- مقطع لـدرجة الحرارة الصغرى المقاسة والمقدرة في مدينة عمان شتاءً (عن شكل ٢٩، ٤٠) "الباحث"



الخلاصـــــــة :ـ

يمكن تلخيص طبيعة الجزيرة الحرارية لمدينة عمان في النقاط التالية :ـ

١. يزداد اختلاف درجة الحرارة بين المدينة واطرافها في الشتاء عنه في الصيف بسبب ازدياد تأثير العوامل البشرية شتاء ، فكثرة استهلاك الوقود في المنازل والسيارات يزود المدينة بكمية كبيرة من الطاقة الامر الذى ساعد على رفع درجة حرارتها عنها في الريف،كما يبدو تأثير المدينة على درجات الحرارة الصغرى اكثر وضوحا من تأثيرها على درجات الحرارة العظمى .

٢. يبدو الاتجاه العام للحرارة في عمان صيفا انه يميل نحو التزايد بالاتجاه من الغرب الى الشرق ومن الشمال الى الجنوب ، في حين يميل في الشتاء نحو التناقص بالاتجاه من الغرب الى الشرق ومن الجنوب الى الشمال ، وخاصة في الليالي الصافية ذات الرياح الساكنة .

٣. شكلت المداخل الرئيسية للمدينة وتقاطع طرق المواصلات الرئيسة فيها مراكز ارتفعت حرارتها صيفا بينما شكلت المناطق التي ترتفع فيها الكثافة السكانية والعمرانية مراكز ارتفعت فيها الحرارة شتاء .

٤. اقترب مركز الجزيرة الحرارية صيفا من مركز المدينة حيث الشوارع الضيقة وازدحام وسائل المواصلات وازدياد النشاط البشري وكان محصلة الزحزحة لمركز الجزيرة في شهر تموز وآب يتراوح مابين ٢٨٠ درجة الى ٣٤٠ درجة عن مركز المدينة اما في الشتاء فقد تزحزح مركز الجزيرة وابتعد عن مركز المدينة ب ٢ر٢ كم و ٨ر١ كم لكل من شهر كانون الاول والثاني على التوالي وكان اتجاه محصلة الزحزحة يتراوح مابين ١٨٢ الى ١٨٧ درجة عن مركز المدينة اى ان مركز الجزيرة يكون منحرفا نحو الشمال في الصيف ونحو الجنوب الغربي في الشتاء .

٥. توجد علاقة واضحة بين نمط استخدام الارض في مدينة عمان وبين درجة حرارتها فاينما تواجدت الاحياء الشعبية ومناطق سكن "جـ" و "د" والتي تزدحم فيها المباني ويقل ارتفاعها وتضيق شوارعها ويغلب على معظم مواد بنائها الاسمنت ، كلما ارتفعت درجة الحرارة صيفا وشتاء في حين تنخفض درجة الحرارة في المناطق التي تقل فيها الكثافة السكانية والعمرانية وتزداد فيها مساحة الفضاء .

٦. يزداد اختلاف الحرارة بين المدينة واطرافها في الايام التي ترتفع فيها كثافة المرور كأيام السبت والخميس ويقل في الايام العادية كالاربعاء وايام العطل ، وهذا ماسنوضحه في الفصل القادم تحت عنوان العوامل المؤثرة في الجزيرة الحرارية لمدينة عمان .

الفصل الرابـــــــع

العوامل المؤثرة على الجزيرة الحرارية لمدينة عمـــان

تؤثر على الجزيرة الحرارية لمدينة عمان عوامل مختلفة ، بعضها طبيعيـــة واخرى بشرية تعمل جميعها على زيادة درجة الحرارة في المدينة عنها في الريف ، وقـد تبين من نتائج نموذج الانحدار المتعدد الخطوات ان تأثير هذه العوامل يكون اوضـح في الشتاء منه في الصيف ، ويتضح ذلك فيما يلي :ــ

اولا : الشتاء (درجة الحرارة الصغرى) :ــ

تفسر العوامل الطبيعية والبشرية الموضحة في جدول (٣١) ٨٣٪ مـــن مجمل التباين في درجة حرارة المدينة ، وان اكثر العوامل تأثيرا على هذا التبايـــن هو ابتعاد المباني عن بعضها ، اذ يبلغ مقدار تفسيره للتباين في درجة الحـــــرارة حوالي ٣٠ر٣٪ ، ثم تأتي في الدرجة الثانية كثافة السكان التي فسرت حوالـــي ١٤٪ ، فكثافة المواصلات التي فسرت حوالي ١٢٪ من مجمل التباين في درجة الحرارة ، ثـــم كثافة الاشجار فعرض الشارع فدرجة الانحدار ، الى ان تنتهي بسرعة الرياح والزاويـــة التي تعملها مع الشارع ، وهذان العاملان هما اقل المتغيرات جميعها تفسيرا للتبايـــن في درجة الحرارة ، وربما يعود ذلك الى قلة سرعة الرياح ليلة اجراء القياس .

جدول (٣١) ملخص نتائج الانحدار المتعدد الخطوات لتأثير العوامـــل الطبيعية والبشرية على تباين درجة الحرارة في المدينـــــــــة .

الرمز	المتغيـــــــــــــر	معامل الارتباط المتعدد	مقدار التفسير ٪
x_{12}	ابتعاد المباني عن بعضهـــــا	٠ر٥٥٠	٣٠ر٣
x_5	كثافة المرور (سيارة / الساعـــة)	٠ر٦٥٠	٤٢ر٣
x_3	الكثافة السكانية (نسمة / دونـــم)	٠ر٧٤٦	٥٥ر٧
x_{10}	كثافة الاشجار (شجرة / دونـــم)	٠ر٧٨٠	٦٠ر٨
x_{13}	عرض الشـــــــارع	٠ر٨١٤	٦٦ر٣
x_{11}	درجة الانحـــــــــدار	٠ر٨٣٠	٦٨ر٩
x_{16}	اتجاه السفح الذى تقع فيه نقطة القياس	٠ر٨٤٥	٧١ر٤
x_{15}	اتجاه النقطة عن مركز المدينة (درجة)	٠ر٨٥٤	٧٢ر٩
x_9	نسبة المباني الاسمنتيـــــــة	٠ر٨٦٢	٧٤ر٣
x_6	نسبة المساحة المعبـــــــدة	٠ر٨٦٩	٧٥ر٥
x_8	معدل ارتفاع المبانـــــــي	٠ر٨٧٣	٧٦ر٢

يتبع ...

تابع جـــــــــدول (٣١)

الرمز	المتغيـــــــــــــــر	معامل الارتباط المتعدد	مقدار التفسير ٪
x_{14}	بعد النقطة عن مركز المدينـة	٠ر٨٧٧	٧٦ر٩
x_4	نسبة الفضـــــــــاء	٠ر٨٨٠	٧٧ر٤
x_7	نسبة المساحة المبنيــــــة	٠ر٩١٢	٨٣ر٢
x_2	معدل سرعة الرياح (م / ث)	٠ر٩١٣	٨٣ر٣
x_{17}	الزاوية التي تعطها الرياح مع الشـــــــارع	٠ر٩١٣	٨٣ر٣

واهم مايوضحه الجدول السابق ان العوامل البشرية اكثر تفسيرا للتبايـــن في درجة الحرارة بالمقارنة مع العوامل الطبيعية ، وربما يعود ذلك الى زيادة استهلاك سكان المدينة من الطاقة لاجل التدفئة ، بالاضافة الى اثر المباني على زيادة ماتبثــــه من طاقة حرارية اثناء الليل ، الامر الذى يوضح لنا جليا اهمية دور الانسان فـــي تعديل الظروف المناخية لبيئته المحلية وخاصة في المدن . ويوضح الجدول ايضـــا قلة تفسير سرعة الرياح للتباين في درجة الحرارة اثناء الليل ، مما يؤكد لنا ان سكونهـــا او قلة سرعتها تعد من الشروط الاساسية لنمو الجزيرة الحرارية وتطورها في المدينــة ، فكلما قلت سرعة الرياح تؤدى الى تراكم الملوثات في ساعات الصباح الاولى فيقل الاشعـــاع الارضي وترتفع درجة الحرارة نتيجة لذلك . ويتضح لنا اثر العوامل السابقة (جدول ٣١) على تباين درجة الحرارة في المدينة فيما يلي :ــ

أ ــ العوامل البشرية :ــ

تتلخص نتائج الانحدار المتعدد الخطوات لتأثير العوامل البشرية فقط* علـى اختلاف درجة الحرارة في المدينة كما يلي : (جدول ٣٢)*.

---

* استخدم الباحث نموذج الانحدار المتعدد الخطوات ثلاث مرات لكل قياس على النحـــو التالـــــي :ــ

١ . التعرف على مقدار تفسير جميع العوامل الطبيعية منها والبشرية للتبايـــــن في درجة الحرارة .

٢ . التعرف على مقدار تفسير العوامل الطبيعية فقط في غياب العوامل البشرية .

٣ . التعرف على تفسير العوامل البشرية فقط في غياب العوامل الطبيعية .

جدول (٣٢) اثر العوامل البشرية على التباين في درجة حرارة المدينة .

المتغيـــــر	معامل الارتباط المتعدد	مقدار التفسيـــــر ٪
معدل ابتعاد المباني	٥٥ر٠	٢ر٣٠
كثافة المـــرور	٦٥ر٠	١ر٤٢
الكثافة السكانيـــة	٧٥ر٠	٧ر٥٥
كثافة الاشجـــار	٧٨ر٠	٦ر٦٠
عرض الشـــارع	٨١ر٠	٣ر٦٦
نسبة المساحة المعبدة	٨٢ر٠	٥ر٦٧
نسبة المساحة المبنيـة	٨٢٦ر٠	٣ر٦٨
نسبة المباني الاسمنتية	٨٢٨ر٠	٦ر٦٨
معدل ارتفاع المبانـي	٨٣ر٠	٩ر٦٨

أ - تبلغ نسبة تفسير العوامل البشرية من التباين في درجة الحرارة حوالـي ٦٩٪ ، ففي الشتاء يزداد بث الطاقة الحرارية لنشاطات الانسان المختلفة في المدينة* ، فقد دلت بعض الدراسات الاخرى على ان نشاطات الانسان تبث الى الجـو في بعض المدن كميات كبيرة من الطاقة الحرارية تعادل نصف الطاقة التـي تكتسبها المدينة من الاشعة الشمسية في الشتاء (١) .

ب - يعدّ ابتعاد المباني من اكثر العوامل البشرية تفسيرا للتباين في درجة الحرارة، فقد بلغ تفسيره حوالي ٣٠٪ من مجمل هذا التباين ، ولربما يعود سبب ذلـك الى الاختلاف الواضح في تباعد او ازدحام المباني في مناطق المدينة المختلفة ، مما يودى الى تباين كبير في درجة الحرارة بين تلك المناطق (سنوضـح ذلك فيما بعد) (٢) .

واهم العوامل التي تؤثر على الجزيرة الحرارية لمدينة عمان هي كما يلي :-

١ . حجم المدينة (المباني) :-

تعد المباني من العوامل الهامة التي تؤثر على الجزيرة الحرارية لأيـة مدينة في العالم ، وخاصة اذا كانت متقاربة وذات طوابق متعددة تفصل بينها شـوارع ضيقة او ذات مبان متباعدة تفصل بينها شوارع واسعة ، اضف الى ذلك فان تنوع مـواد بنائها وغلبة الاسمنت على معظمها يلعب دورا كبيرا في تشكيل الجزيرة الحرارية . ويوضح جدول (٣٢) ان مجموع ما فسرته المباني من مجمل التباين في درجة الحرارة قد بلـغ حوالي ٣٢٪ ، اى بنسبة ٤٦٪ من المقدار الكلي المفسر .

* للمزيد من التفصيلات انظر الفصل الاول ، ص ٦ .

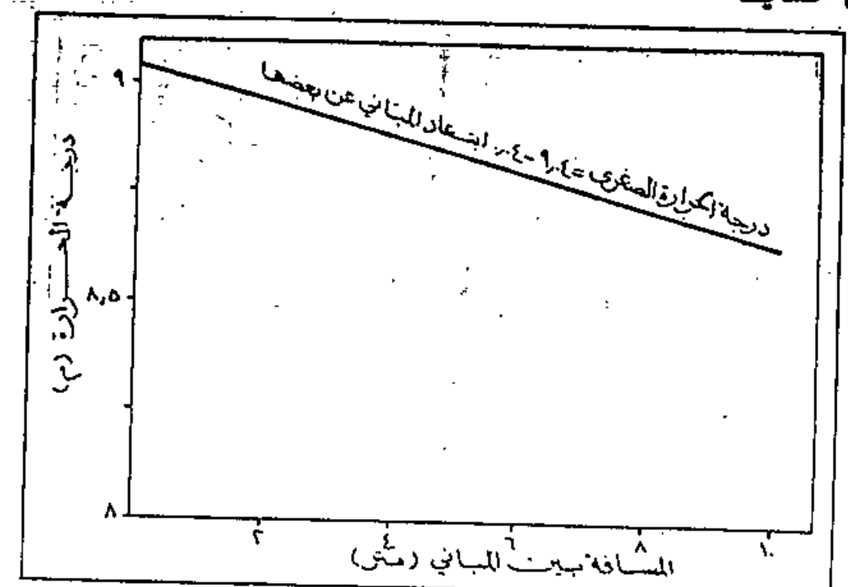
١ . نعمان شحادة ، علم المناخ ، مرجع سابق ، ص ١٢١ .

٢ . يبلغ معامل الاختلاف المكاني لتباعد المباني عن بعضها في المناطق المختلفة من المدينة حوالي ٦٠٪ .

ويمكن توضيح اثر المباني فيما يلي :ـ
أ ـ ابتعاد المباني :ـ

يوضح ارتباط هذا المتغير مع درجة الحرارة بان هناك علاقة عكسية بينهما (ـ٥٥ر٠) *فكلما ابتعدت المباني عن بعضها وقل ازدحامها انخفضت درجة الحرارة شكل (٤٢)، ويؤدى ابتعاد المباني الى زيادة سرعة الرياح (الارتباط ٥٠ر٠) وارتفاع الرطوبة النسبية (الارتباط ٢٦ر٠) وقلة المساحة المبنية (ـ٧٤ر٠) وانخفاض الكثافة السكانية (ـ٤٢ر٠) ونقص النسبة للمباني الاسمنتية (ـ٤٩ر٠) **، وهذه الامور تساعد على انخفاض درجة الحرارة .

تبتعد المباني في عمان تبعا لفئة البناء المسموح بها في المنطقة، فالمباني من فئة "أ" و "ب" يزداد ابتعادها ، بينما تزدحم في المناطق ذات المباني من فئة "جـ" و "د" وخاصة في الاحياء ذات المساكن الشعبية كالمخيمات مثلا، اذ تتلاصق مع بعضها ويكون ارتدادها الجانبي معدوما [(١)] ، وكثيرا ماتخالف مباني فئة "جـ" و "د" الحد المسموح به وتتعدى على مساحة التهوية، مما يؤدى الى ازدحامها وتراصها [(٢)] . وعموما يتزايد ابتعاد المباني عن بعضها في الجهات الغربية والشمالية الغربية من المدينة مما يفسر لنا انخفاض درجة حرارتها عنها في الجهات التي تنتشر فيها المباني الشعبية وخاصة في الجهات الشمالية الشرقية والجنوبية من المدينة .

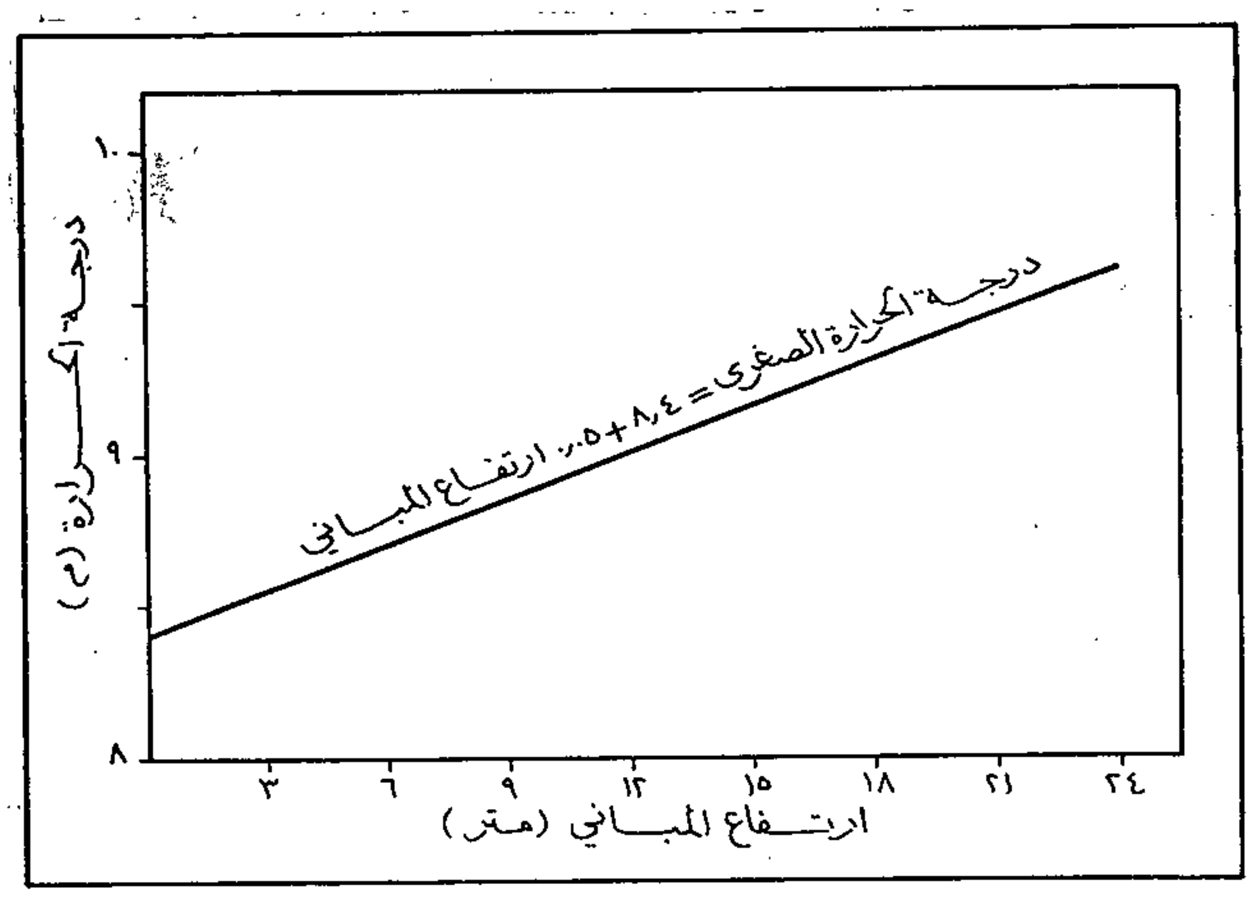


شكل -٤٢- العلاقة بين ابتعاد المباني عن بعضها ودرجة الحرارة الصغرى في مدينة عمان "الباحث"

* الارتباط له دلالة احصائية على مستوى الثقة ٩٩٪ .
** لجميع الارتباطات دلالة احصائية على مستوى الثقة ٩٩٪ .
١. تسمح امانة العاصمة بعدم وجود أية ارتداد جانبي بين المباني الشعبية (دائرة المباني ، امانة العاصمة ، ١٩٨٤) .
٢. لمعرفة تواجد هذه الفئات من المباني انظر : خريطة استعمالات الاراضي شكل (٢٧) .

ب ـ ارتفاع المباني :ـ

توجد علاقة طردية بين ارتفاع المباني في المدينة ودرجة حرارتهـــا (الارتباط ٣٠ر٠)* ، فكلما ارتفعت المباني انخفضت سرعة الرياح وزادت درجة الحرارة الصغرى ، شكل (٤٣)** .



شكل ـ ٤٣ ـ العلاقة بين ارتفاع المباني ودرجة الحرارة الصغرى

" الباحث "

ج ـ المساحة المبنية :ـ

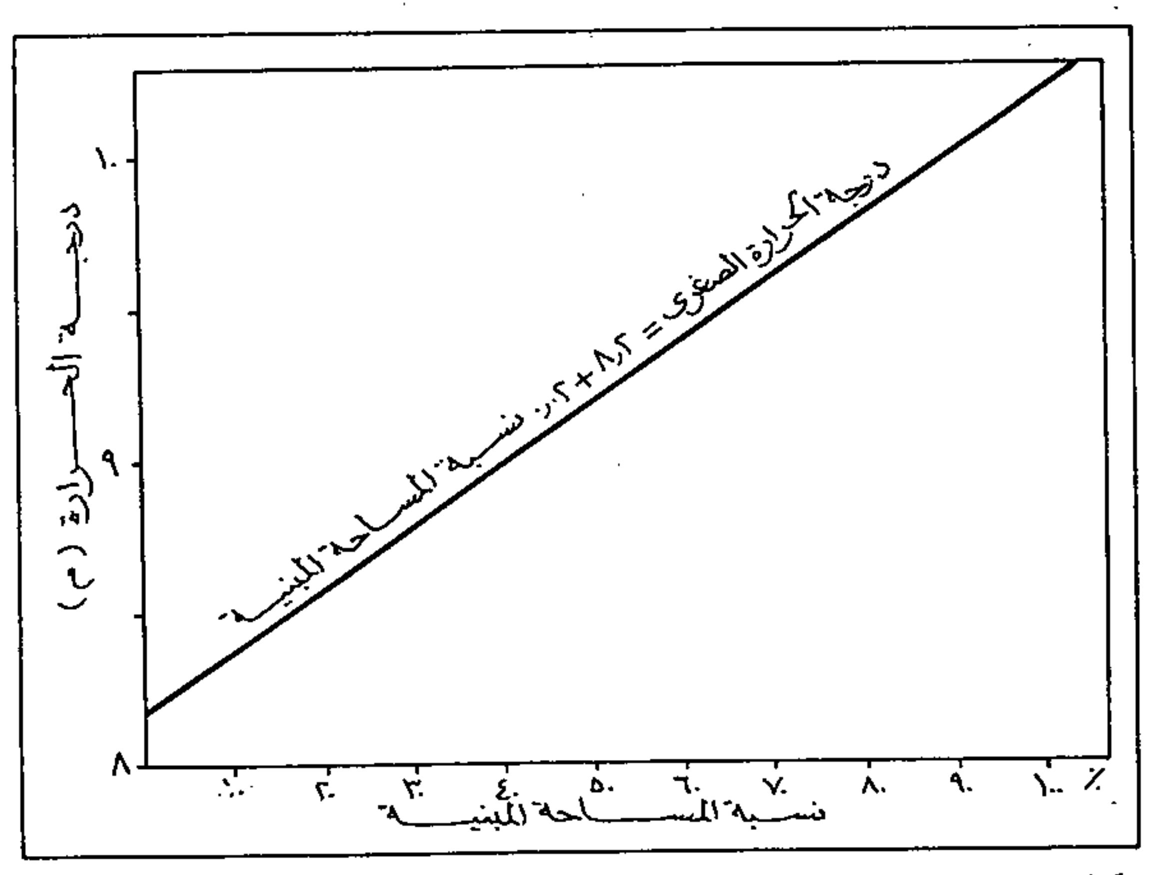
توجد علاقة طردية بين المساحة المبنية ودرجة الحرارة في المدينة (٥١ر٠)*** ، فكلما زادت هذه المساحة ارتفعت درجة الحرارة ، شكل (٤٤) .

---

* له دلالة احصائية على مستوى الثقة ٩٩٪ .

** يختلف الامر بالنسبة لدرجة الحرارة العظمى ، فكلما زاد ارتفاع المباني قلـت درجة الحرارة ، انظر ص ١٢٤ .

*** للارتباط دلالة احصائية على مستوى الثقة ٩٩٪ .



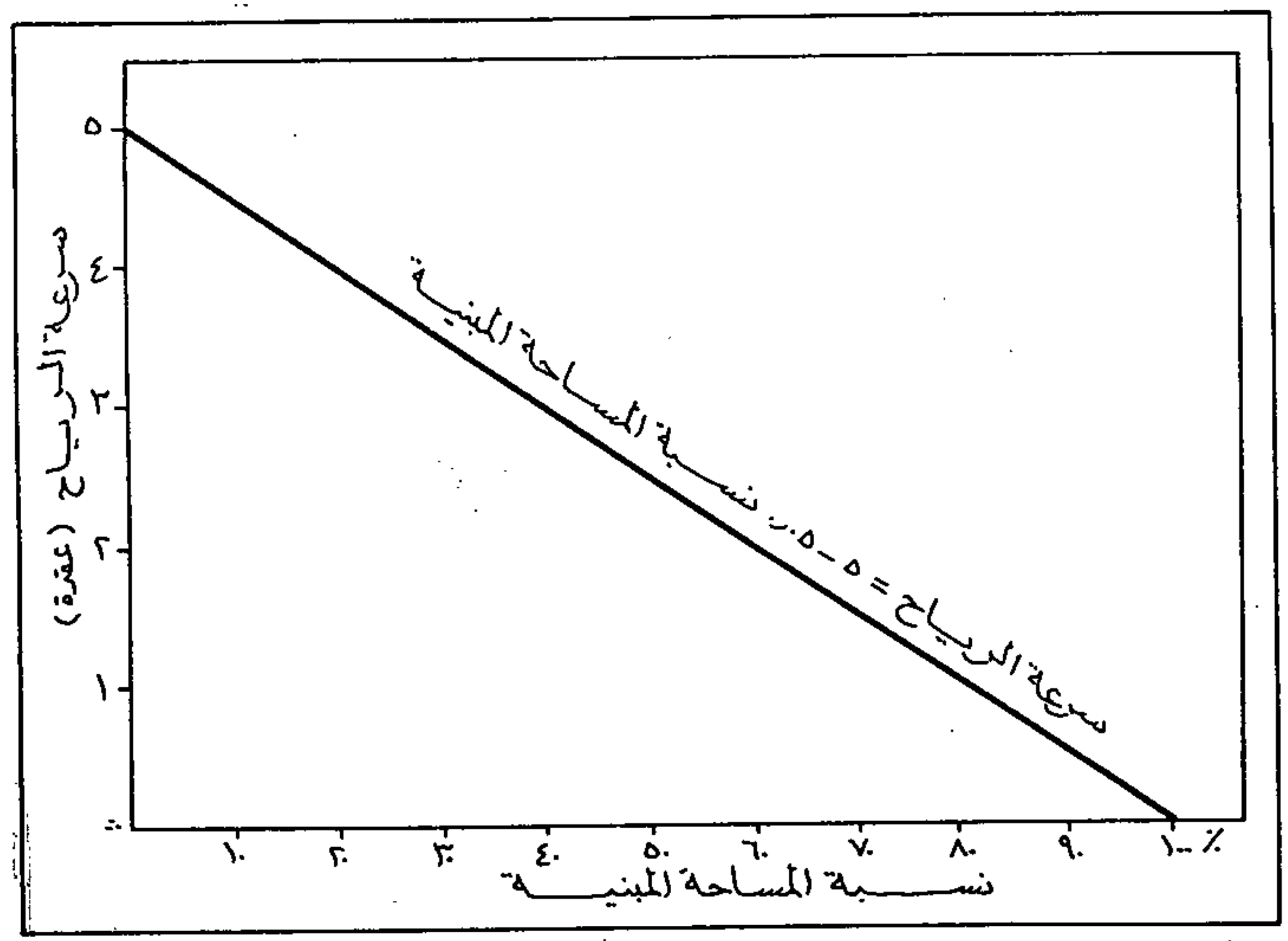
شكل ـ ٤٤ ـ العلاقة بين درجة الحرارة ونسبة المساحة المبنية في مدينة عمان

" الباحث "

وتعود اسباب هذه العلاقة الى زيادة الطاقةالحرارية التي تبثها المباني الى جـــو المدينة ،وتساعد خشونةالسطح ايضا على تخفيض سرعة الرياح نتيجة لتعدد مبانـــي المدينة ومنشآتها العمرانية شكل (٤٥) ، كما وترتبط ايضا المساحة المبنية بعلاقـــة طردية مع الكثافة السكانية (٥١ر.) ونسبة المباني الاسمنتية (٥٠ر.) ، وسلبيـــا مع نسبة الفضاء (ــ ٥٨ر.) ومعدل ابتعاد المباني (ــ ٧٤ر.) وعرض الشـــوارع (ــ ٧٦ر.) ، وجميعها عوامل تساعد على زيادة درجة حرارة المدينة * .

---

* لجميع الارتباطات دلالةاحصائية على مستوى الثقة ٩٩٪ .



شكل -٤٥- العلاقة بين سرعة الرياح ونسبة المساحة المبنية في مدينة عمان

"الباحث"

وتبلغ المساحة المبنية في مدينة عمان حوالي ٥ر٤٧ كم ٢ ، اى مانسبته ٥٥ ٪ من مساحتها الكلية والبالغة ٣ر٨٦ كم ٢ ، جدول (٣٣) .

ويوضح جدول (٣٣) وجود تباين كبير في نسبة المساحة المبنية في مناطق المدينة ، ويعبر عن ذلك معامل الاختلاف المكاني لتلك النسبة والبالغ ٥٠ ٪ ، مما يساعد على وجود تباين واضح في درجة حرارة المدينة ، والجدير بالذكر ان المجموع الكلي لعدد المباني في المدينة بلغ عام ١٩٧٩ حوالي ١٩٢٦٥ مبنى تتكون من ١٠٨٩٦٠ مسكنا [١] ، وتزداد الكثافة العمرانية في منطقة الاشرفية اذ تصل الى ٦١٠٠ مسكن /كم ٢ ، ثم تتلوها منطقة النظيف ومخيم الوحدات وجبل التاج والنزهة (شكل ٤٦) حيث يقع مركز الجزيرة الحرارية على مقربة منها * .

---

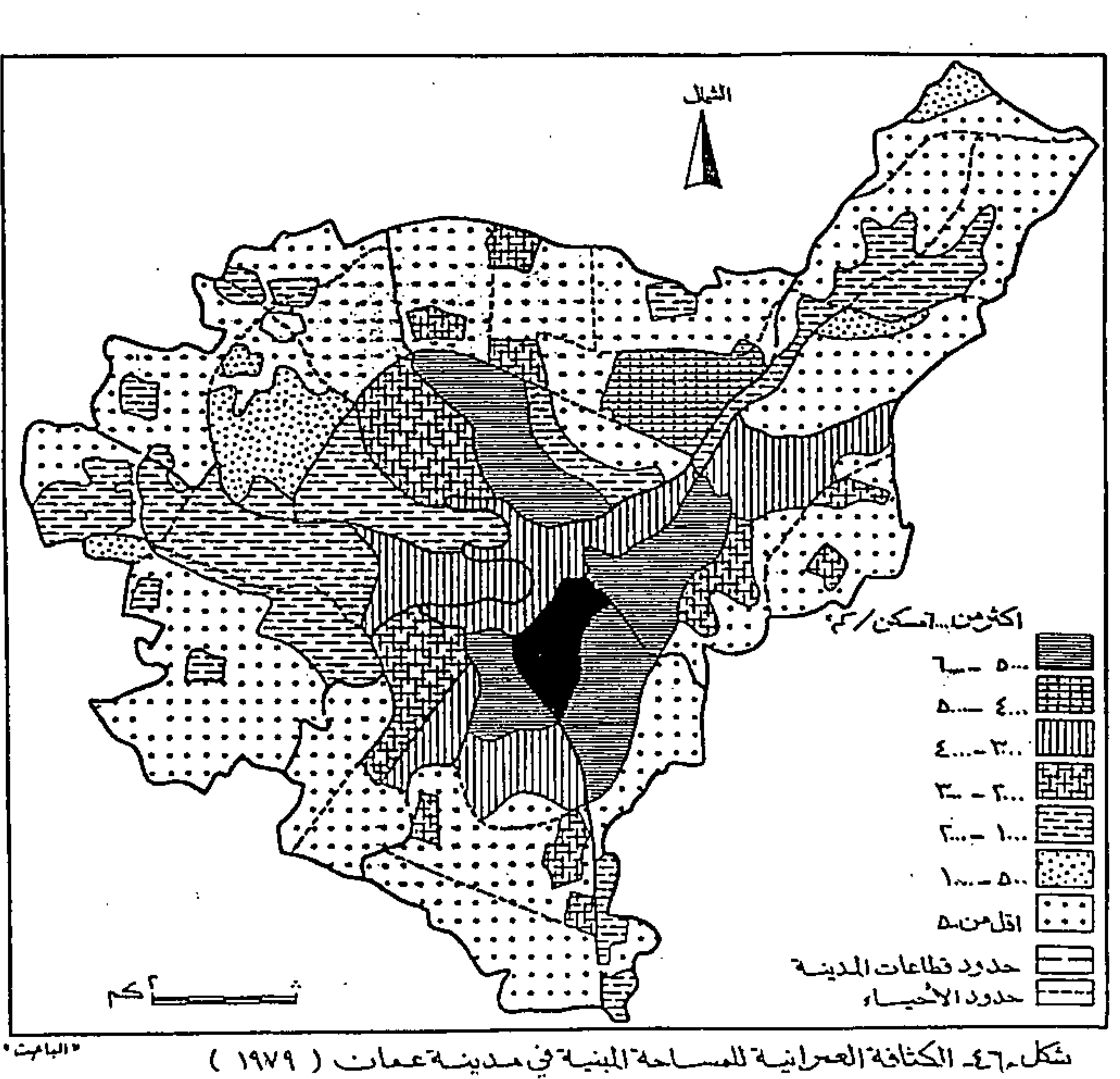
١ - دائرة الاحصاءات العامة ، التعداد العام للمساكن والسكان ، عمان ، ١٩٧٩ .

* انظر الفصل الثالث شكل (٣٥) .

جدول (٣٣) المساحة المبنية ونسبتها من المساحة الكلية للمناطق التنظيمية في عمان عام ١٩٨٥ (١).

رقم المنطقة	اسم المنطقة	المساحة المبنية كم٢	نسبة المساحة المبنية من المساحة الكلية للمدينة ٪	نسبة المساحة المبنية في المنطقة الى المساحة الكلية في المدينة	نسبة المساحة المبنية الى مساحة المنطقة
الاولى	وسط المدينة	٢ر٣	٢ر٧	٨ر٤	٪٩٩
الثانية	بسمان	٧ر٢	٨ر٣	١٥ر٢	٪٤٩
الثالثة	عين غزال	٥ر٧	٦ر٦	١٢	٪٤٦
الرابعة	النصر	٤ر٣	٥	٩ر١	٪٥١
الخامسة	اليرموك	٣ر٩	٤ر٥	٨ر٢	٪٦٨
السادسة	رأس العين	٢ر٨	٣ر٢	٥ر٩	٪٣٠
السابعة	بدر	٣	٣ر٥	٦ر٣	٪٥٥
الثامنة	زهران	٧ر٥	٨ر٧	١٥ر٨	٪٥٦
التاسعة	العبدلي	١٠ر٨	١٢ر٥	٢٢ر٧	٪٧٨
المجموع		٤٧ر٥	٥٥	١٠٠	

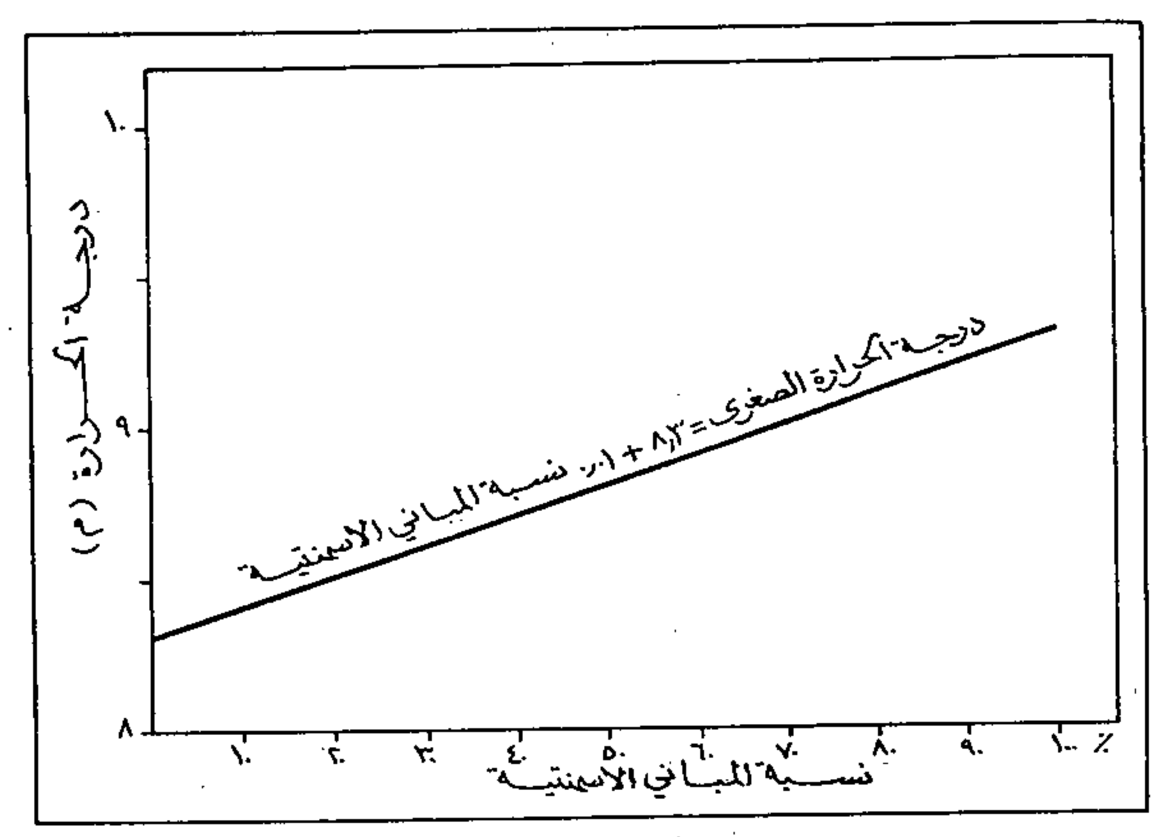
١٠ امانة العاصمة ، عمان ، ١٩٨٥ .



* الباحث *

شكل ٤٦- الكثافة العمرانية للمساحة المبنية في مدينة عمان (١٩٧٩)

نستنتج مما سبق ان زيادة المساحة المبنية وارتفاع المنشآت العمرانيـــة واقترابها من بعضها وغلبة الاسمنت على معظم مواد بنائها ، تودى الى زيـــادة درجة الحرارة في المدينة (شكل ٤٧) .



شكل -٤٧- العلاقة بين نسبة المباني الاسمنتية ودرجة الحرارة الصغرى في مدينة عمان

« الباحث »

٢ • كثافة المواصـــلات :ـ

توجد علاقة طردية بين درجة الحرارة وكثافة المواصلات في المدينـــة (٢٩ر٠) * ، فكلما ارتفعت هذه الكثافة زادت درجة الحرارة،فقد بلغ تفسيرها مـــن مجمل التباين في درجة الحرارة حوالي ١٢٪ ، وتعمل وسائط النقل المختلفة علـــى زيادة درجة الحرارة لاسباب عديدة اهمها مايلي :ـ

أ ـ تبث وسائط النقل كميات كبيرة من الطاقة الحرارية الى جو المدينة نتيجة حرقهـا للوقود .

* للارتباط دلالة احصائية على مستوى الثقة ٩٩٪ .

ب ـ تقذف وسائل المواصلات الى الجو انواعا عديدة من الغازات ، فسيارة صغيرة واحدة تبث حوالي ٦٠م٣ في الساعة من العوادم المختلفة ، بينما تقذف سيارة كبيرة ما يزيد على ١٢٠م٣ ، وتساهم وسائل النقل المختلفة فيما يعادل ٨٠٪ من ملوثات غاز ثاني اكسيد الكربون بالاضافة الى غازات اخرى كأول اكسيد الكربون واكسيد النيتروجين وثاني اكسيد الكبريت (١) .

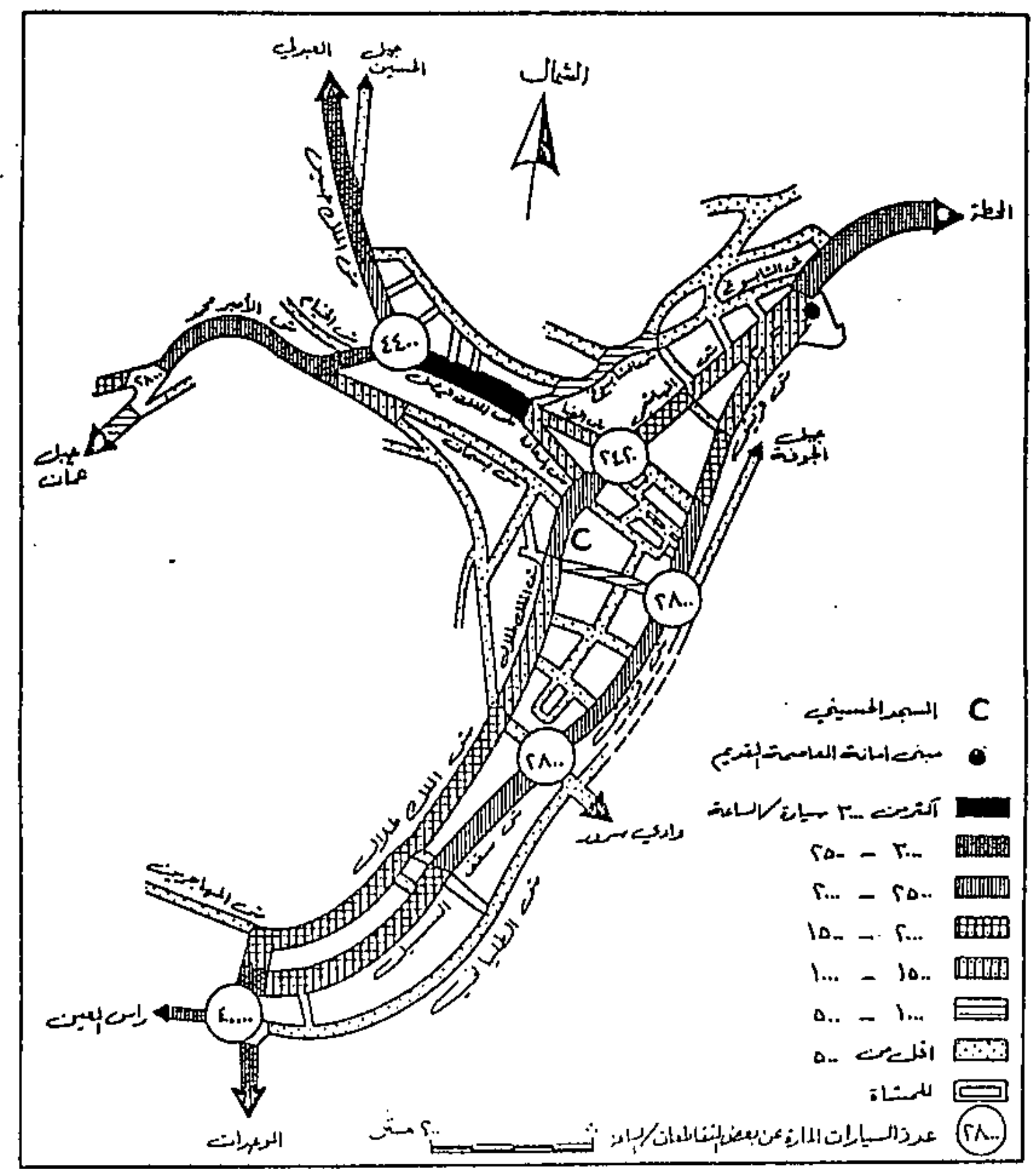
جـ ـ تتراكم الملوثات الجوية في الساعات الاولى من الصباح عندما تكون الرياح ساكنة ضمن طبقة راكدة ، فينتج عنها تقليل الاشعة الارضية الطويلة الموجات ، مما يساعد سطح المدينة على الاحتفاظ بجزء كبير من الطاقة الحرارية التي اكتسبها في النهار ، ويودي الى زيادة درجة الحرارة في المدينة عنها في الريف القليل التلوث . وتعد عمان المدينة الاولى في الاردن من حيث المساحة والسكان ويتركز فيها معظم النشاطات الاقتصادية والاجتماعية للدولة ، فينتج عن ذلك زيادة المواصلات فيها ، فقد اشارت احصاءات دائرة السير في عمان الى ان مجموع ما يدخل المدينة ويخرج منها حوالي عشرة آلاف سيارة يوميا جدول (٣٤) .

جدول (٣٤) اعداد السيارات العاملة على خطوط العاصمة او التي لها مواقف وتنطلق من المدينة عام ١٩٨٥ .

الخط	العدد
سرفيس داخل العاصمة	٢٨٨٠
سرفيس على الخطوط الخارجية والضواحي	١٨٤٠
مكاتب تكسي العاصمة	٣٨٠٥
الخطوط الخارجية الدولية التي تنطلق من العاصمة	١٠٥٤
مكاتب تكسي الضواحي	٧٧٠

ويضاف الى الجدول السابق ايضا اعداد كبيرة من الباصات وسيارات المكاتب السياحية العاملة على خطوط العاصمة ، وتزداد المشكلة تعقيدا اذا علمنا بأن هذه السيارات وبحكم حركتها الدائبة واتساع رقعة انتشارها ، تجوب معظم طرقات المدينة وتدور احيانا في حلقة مفرغة ، فينتج عن ذلك ارتفاع كثافتها وازدحامها خاصة في وسط المدينة حيث

١ . طاهر التميمي ، مصدر سابق ، ص ص ٣٨ ـ ٤٣ .
٢ . قسم الخطوط ، دائرة السير ، عمان ، ١٩٨٥ .



شكل ـ ٨ ـ ٤ معدل كثافة المواصلات نهاراً لوسط مدينة عمان (١٩٨٤ - ١٩٨٥م) * الباحث *

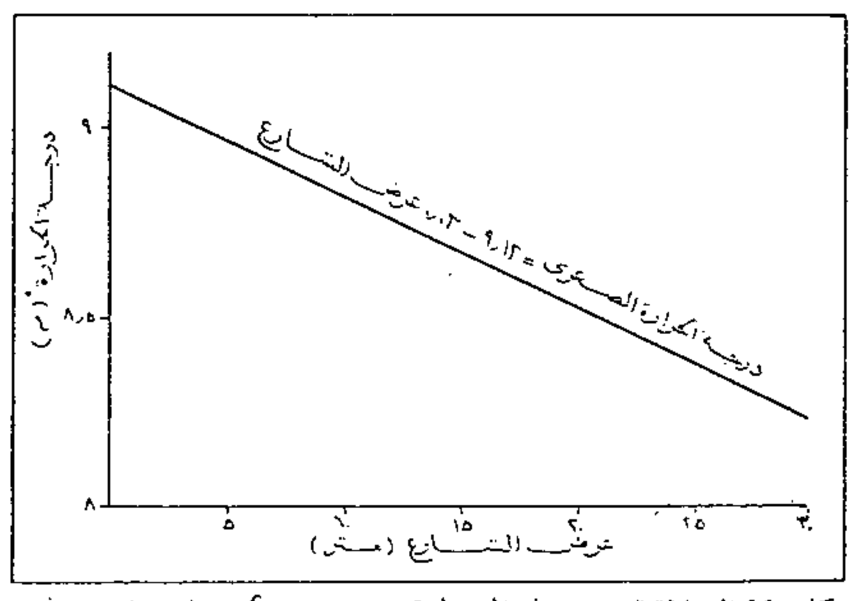
السوق التجاري الرئيسي والشوارع الضيقة ، وينتج عن بطء حركتها وزيادة حرقها للوقود كثرة عوادمها وتفاقم مشكلة التلوث التي تتضاعف ايام السبت والخميس وتقل ايام العطل والجمعة * . واكثر مناطق المدينة ازدحاما بكثافة المواصلات هي تقاطعات الطرق والمداخل الرئيسية فيها ، وعلى سبيل المثال فان عدد السيارات التي تمر عند تقاطع شارع الملك حسين مع شارع السعادة والامير محمد يبلغ حوالي ٤٤٠٠ سيارة / الساعة (شكل ٤٨) .

٣ . شوارع المدينة :ـ

فسرت شوارع المدينة (جدول ٣٢) حوالي ٧٪ من التباين في درجة حرارتها ، سواء فيما يتعلق بعرضها واتجاهها او مساحة المعبد منها ، ويمكن توضيح اثر الشوارع على الجزيرة الحرارية للمدينة فيما يلي :ـ

أ ـ عرض الشوارع ومساحتها المعبدة :ـ

يؤثر اتساع الشوارع او ضيقها تأثيرا واضحا على درجة الحرارة ، فكلما زاد اتساعها انخفضت درجة الحرارة الصغرى (شكل ٤٩) ، اذ يبلغ معامل ارتباطهما حوالي (ـ ٣٤ر٠) (١) .



شكل ـ ٤٩ العلاقة بين عرض الشارع ودرجة الحرارة الصغرى

" الباحث "

---

* تزداد كثافة المواصلات يوم الخميس بمقدار ١٠٪ عن المتوسط الاسبوعي ، في حين تتناقص بنسبة ١٠٪ ايام الجمعة ، اما يوم السبت فتزيد كثافتها عن المتوسط بمقدار ١٥٪ . لمزيد من التفصيلات انظر :ـ

حسن عبد القادر ، مدينة عمان ، مرجع سابق ، ص ١٠٤ .

١ . له دلالة احصائية على مستوى الثقة ٩٩٪ .

فأتساع الشارع يعني قلة المساحة المبنية وابتعاد المباني عن بعضها وقلة خشونة السطح وبالتالي زيادة سرعة الرياح ، وجميعها امور تساعد على خفض درجة الحرارة (١) . وفيما يتعلق بالمساحة المعبدة فان تأثيرها على رفع درجة الحرارة يكون قليلا اثناء الليل (الارتباط ١٣ر٠) * بسبب عدم وجود الاشعة الشمسية وبالتالي اضعاف اثر معامل امتصاصها العالي للاشعة على رفع درجة الحرارة ، وتوجد علاقة طردية بين المساحة المعبدة ودرجة الحرارة ، فكلما زادت هذه المساحة ارتفعت درجة الحرارة ولعل السبب في ذلك يعود الى ارتباط هذه المساحة ايجابيا مع كثافة المواصلات والبالغ حوالي (٧٠ر٠) ** . وتبلغ المساحة المعبدة في المدينة حوالي ٣ر٦كم ٢ ، اى بنسبة مقدارها ٣ر٧٪ من مساحتها الكلية ، وتتوزع على مناطقها المختلفة كما في جدول (٣٥) .

يستنتج من جدول (٣٥) ان نسبة المعبد من المساحة الكلية للمدينة هي قليلة ، الا ان هناك تباينا واضحا في توزيعها على مناطقها المختلفة ، حيث يبلغ معامل الاختلاف المكاني لتوزيعها حوالي ٦٣٪ ، فينتج عن ذلك اختلاف واضح في درجة الحرارة للمدينة .

ب ــ اتجاه الشارع :ــ

يؤثر اتجاه الشارع هو الآخر على تباين درجة الحرارة ، فكلما كان الشارع متعامدا على اتجاه الرياح السائدة تعمل المباني عندئذ على تخفيض سرعة الرياح وبالتالي تزداد درجة الحرارة ، اما اذا كانت الرياح موازية لاتجاه الشارع فيؤدى ذلك الى زيادة سرعتها وبالتالي تنخفض درجة الحرارة . ويوضح شكل (٥٠) بوجود علاقة طردية بين الزاوية التي تعملها الرياح مع اتجاه الشارع وبين درجة الحرارة ، اذ يبلغ معامل الارتباط بينهما حوالي (٢١ر٠) *** .

---

١ . يبلغ معامل الارتباط بين عرض الشوارع من جهة وسرعة الرياح والمساحة المبنية وابتعاد المباني من جهة اخرى حوالي ٤٨ر٠ ، ــ ٧٦ر٠ على التوالي وبدلالة احصائية لجميع الارتباطات على مستوى الثقة ٩٩٪ .

* للارتباط دلالة احصائية على مستوى الثقة ٩٩٪ .

** للارتباط دلالة احصائية على مستوى الثقة ٩٩٪ .

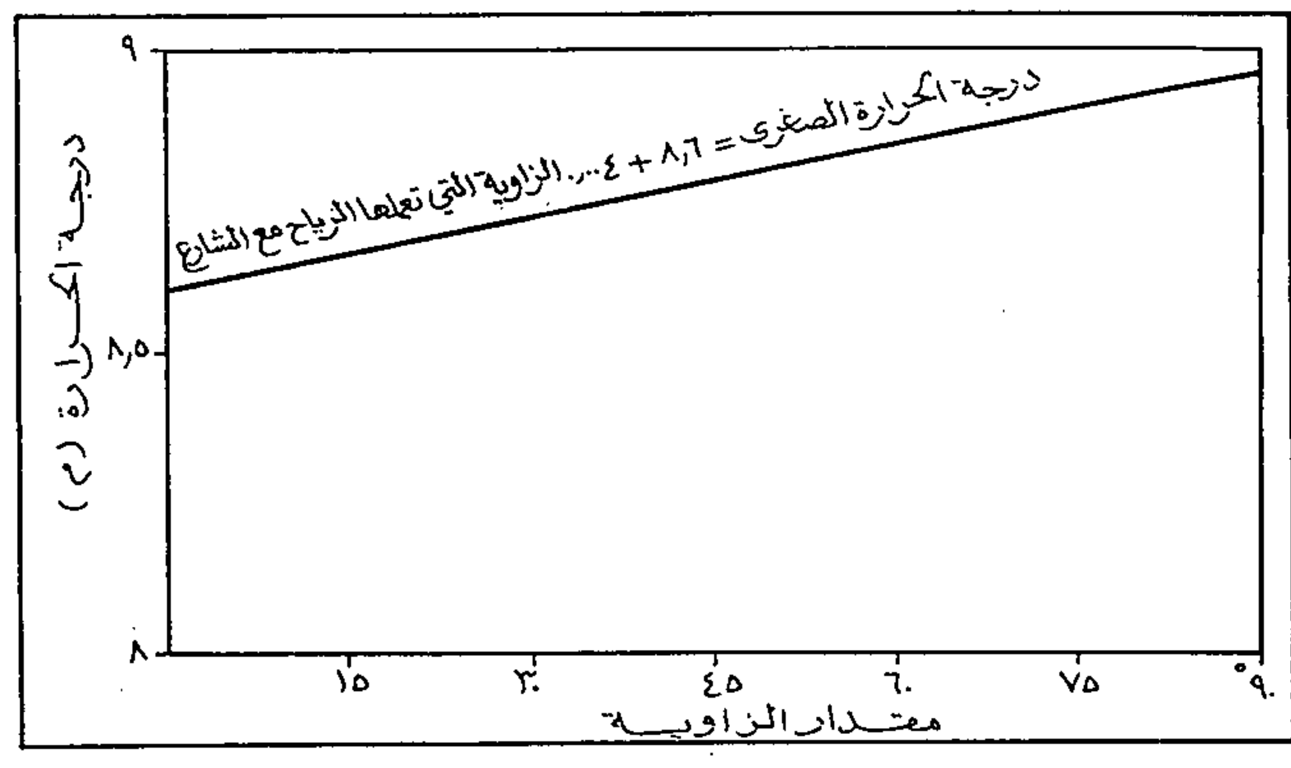
*** له دلالة احصائية على مستوى الثقة ٩٩٪ .

جدول (٣٥) توزيع المساحات المعبدة في عمان حسب مناطقها الرئيسية لعام ١٩٨٥ (١) .

رقم المنطقة	اسم المنطقة	المساحة* المعبدة كم ٢	نسبة المعبد الى المساحة الكلية للمدينة %	نسبة المعبد الى مساحة المنطقة %	نسبة المعبد من شوارع المنطقة
الاولى	وسط المدينة	٢٨ر٠	٣٢ر٠	١٢	٨٩
الثانية	بسمان	٨٤ر٠	١	٧ر٥	٦١
الثالثة	عين غزال	٧٦ر٠	٩ر٠	٦	٥٤
الرابعة	النصر	٤٢ر٠	٥ر٠	٩ر٤	٦٢
الخامسة	اليرموك	٣٧ر٠	٤٣ر٠	٤ر٦	٥٩
السادسة	راس العين	٣٥ر٠	٤٠ر٠	٤	٣٧
السابعة	بدر	٣٦ر٠	٤٢ر٠	٦	٤٦
الثامنة	زهران	٣٤ر١	٥٥ر١	١٠	٧٢
التاسعة	العبدلي	٥٤ر١	٨ر١	١١	٨٣
المجموع		٣ر٦كم ٢	٣ر٧٪		

١٠ امانة العاصمة ، الاشغال العامة ، عمان ، ١٩٨٥ .

* يبلغ معامل الاختلاف المكاني لتوزيع هذه المساحة على مناطق المدينة المختلفة حوالي ٦٣٪ .



شكل - ٥٠ - العلاقة بين الزاوية التي تعملها الرياح مع الشارع ودرجة الحرارة الصغرى في مدينة عمان

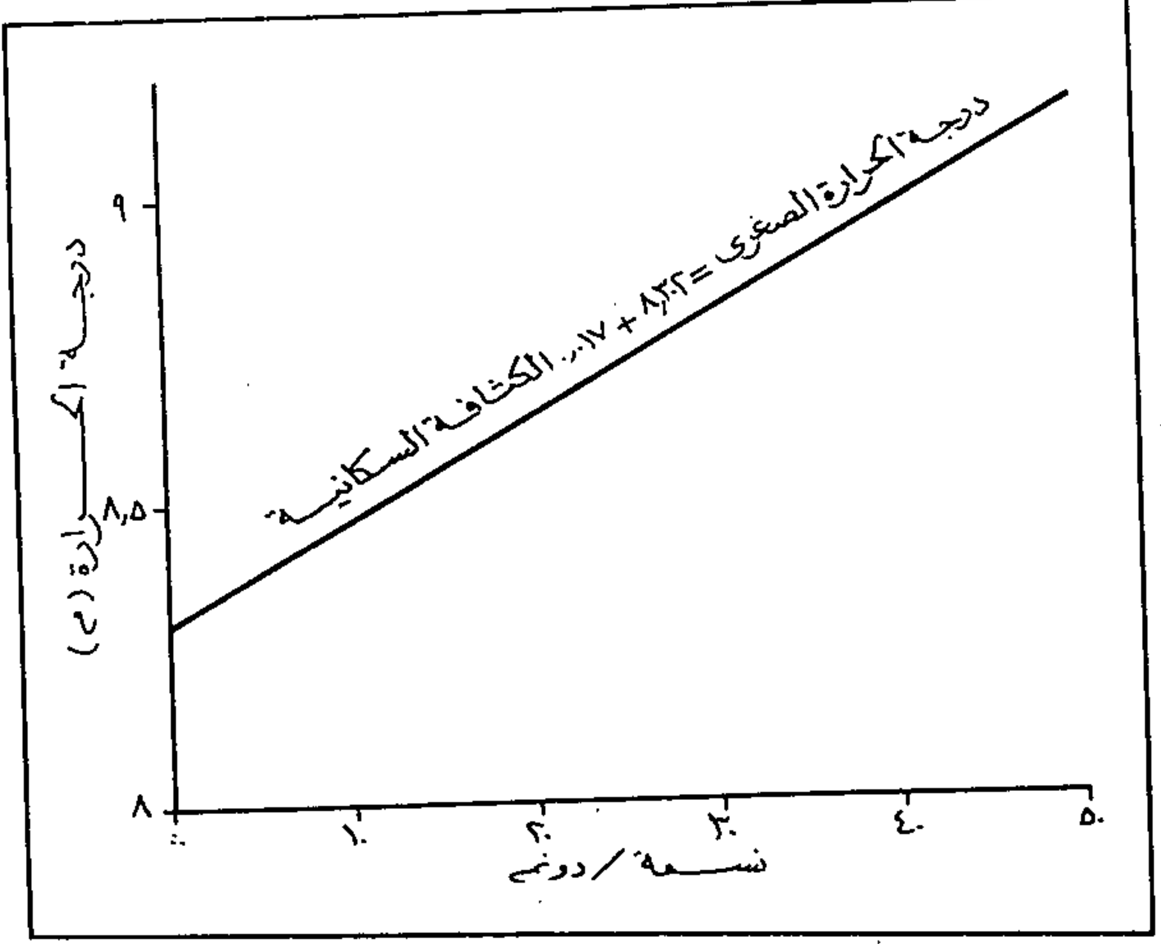
"الباحث"

٤ • الكثافة السكانية :-

يبلغ معامل الارتباط بين الكثافة السكانية ودرجة الحرارة حوالي (٠,٥٣) ، فالعلاقة بينهما طردية ، شكل (٥١) ، اذ ترتفع درجة الحرارة بازدياد الكثافة السكانية في المدينة ، بسبب ماتبثه نشاطات الانسان المختلفة من كميات كبيرة من الطاقة الحرارية ، بالاضافة الى ذلك يوجد ارتباط ايجابي بين الكثافةالسكانية من جهة والمساحة المبنية (٠,٥١) ونسبة عدد المباني الاسمنتية (٠,٣٨) من جهة اخرى،وارتباط سلبي مع سرعة الرياح (-٠,٤٦) ونسبة الفضاء (-٠,٣١) وابتعاد المباني (-٠,٥٥) وعرض الشارع (-٠,٣٤) * ، وجميعها امور تساعد على زيادة درجة الحرارة في المدينة .

---

* جميع الارتباطات لها دلالة احصائية على مستوى الثقة ٩٩٪ .



شكل -٥١- العلاقة بين الكثافة السكانية ودرجة الحرارة الصغرى

وقد رعدد سكان المدينة عام ١٩٨٥ حوالي ٧٨٤٦٩٤ نسمة ، يتوزعون على مناطقها الرئيسية كما هو موضح في جدول (٣٦) .

جدول (٣٦) عدد سكان المناطق الرئيسية لمدينة عمان عام ١٩٨٥ [١] .

المنطقة	عدد السكان (بالالف)	النسبة المئوية	الكثافة السكانية في المساحة المبنية نسمة /دونم
وسط المدينة	٤٢٫١٥	٥٫٤	١٨٫٣
بسمان	١٦٣٫٤٣	٢٠٫٨	٢٢٫٧
عين غزال	٤٥٫٣٧	٥٫٨	٨٫٠

يتبع ...

١ . امانة العاصمة ، الاشغال العامة ، عمان ، ١٩٨٥ .

تابع جدول (٣٦)

المنطقة	عدد السكان (بالالف)	النسبة المئوية	الكثافة السكانية في المساحة المبنية نسمة / دونم
النصر	١١١ر١٩	١٤ر٢	٢٥ر٤
اليرموك	١٤٠ر٩٣	١٨ر٠	٣٦ر٠
رأس العين	٧٧ر٧٣	١٠ر٠	٢٨
بدر	٦١ر٣٨	٧ر٨	٢٠
زهران	٤٩ر٧٢	٦ر٣	٧
العبدلي	٩٢ر٨٠	١١ر٨	٩
المجموع	٧٨	١٠٠٪	

كما وتوجد اعلى الكثافات السكانية في منطقة اليرموك وراس العين الواقعتين في جنوب المدينة ، وتنخفض في منطقة زهران والعبدلي ولعل في ذلك احد الاسباب التي ادت الى انخفاض درجة الحرارة في المنطقة الغربية والشمالية الغربية من المدينة .

٥ . استعمالات الارض :-

يؤثر نمط استعمال الارض في المدينة تأثيرا واضحا على تباين درجة حرارتها ، فكلما زادت مساحة الفضاء قلت المساحة المبنية وانخفضت درجة الحرارة نتيجة لذلك ، فالعلاقة بين مساحة الفضاء ودرجة الحرارة هي علاقة عكسية (-٥٢ر٠) * ، وقد يعود ذلك للاسباب التالية :-

١ . تؤدي زيادة مساحة الفضاء الى قلة الخشونة السطحية فتزداد سرعة الرياح .
٢ . تعني زيادة مساحة الفضاء قلة المساحة المبنية والكثافة السكانية وتباعد المباني واتساع الشوارع ، وجميعها امور تساعد على انخفاض درجة الحرارة .

وتبلغ مساحة الفضاء في عمان حوالي ٣٨ر٧ كم ٢ ، اى بنسبة ٤٥ ٪ من مساحتها الكلية ، تتوزع على مناطقها الرئيسية كما هو موضح في جدول (٣٧) .

* له دلالة احصائية على مستوى الثقة ٩٩ ٪ .

جدول (٣٧) مساحة الفضاء (الخالية من البناء) في مدينة عمان ١٩٨٥ [١] .

المنطقة	مساحة الفضاء كم ٢	نسبة الفضاء من مساحة المنطقة	نسبة الفضاء من المساحة الكلية للمدينة *
وسط المدينة	٠٢ر٠	١	٠٢ر٠
بسمان	٥ر٧	٥١	٧ر٨
عين غزال	٧ر٦	٥٤	٧ر٧
النصر	٢ر٤	٤٩	٩ر٤
اليرموك	٢	٣٢	٤ر٢
راس العين	٦ر٦	٧٠	٩ر٧
بدر	٦ر٢	٤٥	٣
زهران	٦	٤٤	٧
العبدلي	١ر٣	٢٢	٦ر٣
المجموع	٧ر٣٨		٤٥٪

يستنتج من الجدول السابق ان هناك تباينا واضحا في نسبة الفضاء في مناطق المدينة ، ويعبرعن ذلك معامل الاختلاف لهذه المساحة والبالغ ٥٦٪ ، فينتج عنه اختلاف واضح في درجةالحرارة ، ويوضح الجدول ايضا ان وسط المدينة اقل المناطق بمساحة الفضاء ولعل في ذلك احد الاسباب التي تودى الى ارتفاع درجة الحرارة في مركز المدينة وانخفاضها بالتوجه نحو الاطراف .

ب ــ اثر العوامل الطبيعية على الجزيرة الحرارية شتاء .

ادخل الانسان تعديلات كبيرة على الظروف الطبيعية لبيئته المحلية ، ولمعرفة اثر هذه العوامل على الجزيرة الحرارية للمدينة في الشتاء يمكن القول ان تفسيرها بلغ ٥١٪ من مجمل التباين في درجة حرارة المدينة جدول (٣٨) ، اى ان تفسيرها هو اقل من تفسير العوامل البشرية بحوالي ١٨٪ ** ويعني ذلك ان الجزيرة الحرارية في المدينة هي اكثر تأثرا بالعوامل البشرية منها بالعوامل الطبيعية خاصة في الشتاء والليل .

---

١ . امانة العاصمة ، الاشغال العامة ، عمان ١٩٨٥ .

* يبلغ معامل الاختلاف المكاني لنسبة الفضاء في مناطق المدينة الرئيسية حوالي ٥٦٪ .

** **للمقارنة انظر جدول (٣٢ ، ٣٨) .**

جدول (٣٨) ملخص نتائج الانحدار المتعدد الخطوات لتأثير العوامل الطبيعية على تباين درجة الحرارة الصغرى في عمان .

رمز المتغير	المتغير	الارتباط المتعدد	مقدار التفسير ٪
x_4	نسبة الفضاء	٥٢٣ر٠	٢٧ر٤
x_2	معدل سرعة الرياح	٦١٠ر٠	٣٧ر٢
x_{15}	اتجاه النقطة عن مركز المدينة	٦٤١ر٠	٤١ر١
x_{14}	بعد النقطة عن مركز المدينة	٦٨٠ر٠	٤٦ر٢
x_{11}	درجة الانحدار	٧٠٠ر٠	٤٩ر٠
x_{16}	اتجاه السطح الذى تقع فيه نقطة القياس	٧١١ر٠	٥٠ر٦
x_{17}	الزاوية التي تعملها الرياح مع الشارع	٧١٢ر٠	٥٠ر٧

ويوضح الجدول السابق ان نسبة الفضاء اكثر العوامل الطبيعية تفسيرا لتباين درجة الحرارة في عمان ، حيث قامت بتفسير ما مجمله ٢٧ر٤٪ من التباين في درجة الحرارة ، اى بنسبة ٥٤٪ من مجمل ما فسرته العوامل الطبيعية جميعها . وكما مر سابقا في جدول (٣٨) ان معامل الاختلاف لنسبة الفضاء في المدينة يبلغ حوالي ٥٦٪ مما يودى الى تباين كبير في درجة الحرارة الصغرى شتاء في عمان ، ففي الوقت الذى تنخفض فيه درجة الحرارة في الريف فان ذلك يقابله توليد الطاقة الحرارية وزيادة حرق الوقود لاجل التدفئة في المناطق المأهولة بالسكان ، مما يودى الى زيادة الفرق في درجة الحرارة بين المدينة والريف ، فاينما زادت مساحة الفضاء انخفضت درجة الحرارة نتيجة لذلك ، حيث يرتبطان مع بعضهما بعلاقة عكسية (الارتباط ـ ٥٢ر٠)* .

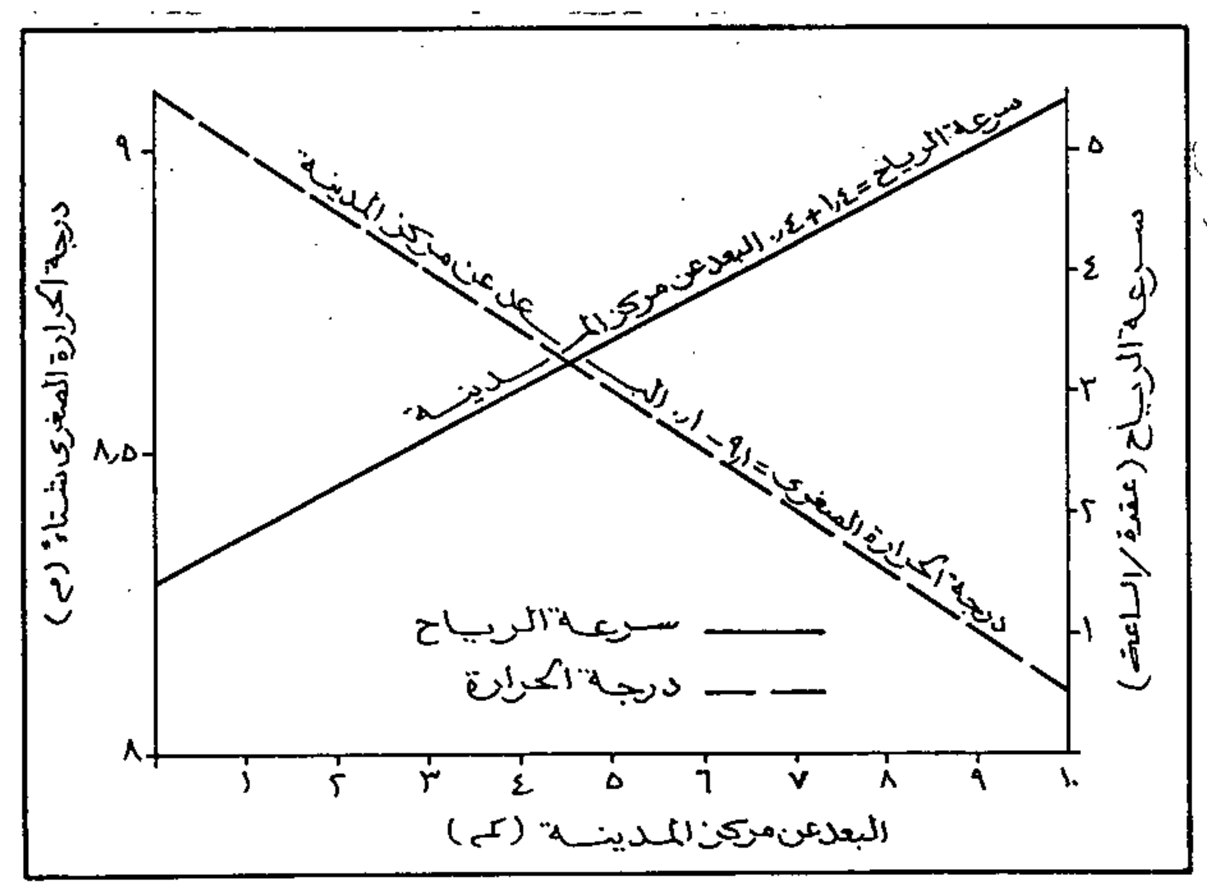
وتأتي سرعة الرياح في المرتبة الثانية من حيث قدرتها على تفسير التباين في درجة الحرارة في المدينة حيث يبلغ تفسيرها حوالي ١٠ر٢٪ من مجمل ذلك التباين ، وترتبط درجة الحرارة مع سرعة الرياح بعلاقة عكسية حيث يبلغ مقدار الارتباط بينهما حوالي (ـ٣٢ر٠)* ، فكلما زادت سرعة الرياح انخفضت درجة الحرارة [١] . اما بعد النقطة عن مركز المدينة فانه يأخذ المرتبة الثالثة من بين العوامل الطبيعية التي تؤثر على تباين درجة الحرارة ، ويبلغ مقدار تفسيره حوالي ٥٪ من مجمل ذلك التباين

---

* للارتباط دلالة احصائية على مستوى الثقة ٩٩٪ .

١ - للمزيد من التفصيلات عن اثر سرعة الرياح على تخفيض درجة الحرارة ، انظر الفصل الاول ص ٨ ـ ١٠ .

ويوضح ارتباط درجة الحرارة مع البعد عن مركز المدينة (–٦٤ر٠) * بأن هناك علاقة عكسية بينهما ، ويعني ذلك ان درجة الحرارة تنخفض كلما ابتعدنا عن مركز المدينة واتجهنا نحو الاطراف والعكس صحيح تماما ، وربما يعود السبب في ذلك الى وقوع مركز المدينة في قيعان الوديان ، فعندما يرجع نسيم الجبل ليلا الى قلب المدينة فانه يعمل على تراكم التلوث هناك ، ويساعده في ذلك زيادة تخشونة السطح وقلة مساحة الفضاء ، فيؤدي ذلك الى تخفيض سرعة الرياح ** وزيادة تراكم التلوث الذي يحدّ من هروب الاشعة الارضية الطويلة الموجات الى الفضاء ويعمل على زيادة درجة الحرارة في المركز عنها في الاطراف . ويوضح شكل (٥٢) زيادة سرعة الرياح بالابتعاد عن مركز المدينة وانخفاض درجة الحرارة بهذا الاتجاه .



شكل – ٥٢ – العلاقة بين درجة الحرارة الصغرى وسرعة الرياح من جهة والبعد عن مركز المدينة من جهة اخرى

* الباحث *

---

* للارتباط دلالة احصائية على مستوى الثقة ٩٩٪ .

** بلغ معامل الارتباط بين البعد عن مركز المدينة وسرعة الرياح حوالي ٤٢ر٠ وله دلالة احصائية على مستوى الثقة ٩٩٪ .

اما اتجاه النقطة عن مركز المدينة فانه يأخذ المرتبة الرابعة من بين العوامل الطبيعية التي تؤثر على تباين درجة الحرارة ، ويبلغ مقدار تفسيره حوالي ٤٪ من مجمل التباين . وتوضح طبيعة العلاقة العكسية بين اتجاه النقطة ودرجة الحرارة (الارتباط ـ١٦ر٠) ، ان درجة الحرارة تنخفض كلما اتجهنا الى غرب وشمال المدينة . وربما يعود السبب في ذلك الى اتجاه الرياح التي كانت سائدة ليلة القياس وهي الغربية * ، مما يوضح لنا ان درجة الحرارة تتناقص في الجهات الواقعة في مهب الرياح وتزداد في المناطق المعاكسة لمهبها . وقد نتج ايضا عن ذلك وجود علاقة اخرى عكسية بين درجة الحرارة واتجاه السفح الذى تقع فيه نقطة القياس ، فقد بلغ معامل الارتباط بينهما حوالي (ـ١٠ر٠) ، ويعني ذلك ان درجة الحرارة تزداد في السفوح الشرقية المعاكسة لمهب الرياح وتنخفض في السفوح الغربية المواجهة لها .

اما درجة الانحدار فلم تفسر سوى ٨ر٢٪ من مجمل التباين في درجة الحرارة ، اذ يرتبطان مع بعضهما بعلاقة عكسية (الارتباط ـ١٠ر٠) الا انها ضعيفة بسبب التعديلات الكثيرة التي ادخلها الانسان على انحدار السطح كازدحام المباني وارتفاعها وقلة عرض الشوارع ، وجميعها عوامل تشكل عقبات امام الرياح وتعمل على تخفيض سرعتها ** وبالتالي تقلل من اثر انحدار السطح على زيادة سرعة الرياح وانخفاض درجة الحرارة (١) .

** بلغ معامل الارتباط بين سرعة الرياح ودرجة الانحدار حوالي ٧٠ر٠ .

١ . يختلف الامر تماما فيما يتعلق بدرجة الحرارة العظمى ، فكلما زاد انحدار السطح قلت زاوية الميل للاشعة الشمسية الساقطة عليه الامر الذى يساعد على ارتفاع درجة الحرارة .

ثانيا : العوامل المؤثرة على الجزيرة الحرارية لمدينة عمان صيفا (درجة الحرارة العظمى) :ـ

دلت نتائج الانحدار المتعدد الخطوات لقياس تم يوم الخميس بتاريخ ١٩٨٤/٨/٢٣ *، ان اهم العوامل التي تؤثر في تباين درجة الحرارة في المدينة هي العوامل الموضحة في جدول (٣٩) ٠

جدول (٣٩) ملخص نتائج الانحدار المتعدد الخطوات لتأثير العوامل الطبيعية والبشرية على تباين درجة الحرارة العظمى في عمان ٠

المتغير	الارتباط المتعدد	مقدار التفسير ٪	التغير في التفسير ٪
كثافة المرور	٤١٧ر٠	١٧ر٤	١٧ر٤
سرعة الرياح	٥٧٧ر٠	٣٣ر٣	١٥ر٩
اتجاه النقطة عن مركز المدينة	٦٧١ر٠	٤٥ر٠	١١ر٧
بعد النقطة عن مركز المدينة	٧١٨ر٠	٥١ر٦	٦ر٦
النسبة المئوية للمباني الاسمنتية	٧٥٥ر٠	٥٧ر٠	٥ر٤
اتجاه السفح الذى تقع فيه نقطة القياس	٧٧٠ر٠	٥٩ر٣	٢ر٣
ارتفاع المباني	٧٨٠ر٠	٦٠ر٨	١ر٥
نسبة المساحة المبنية	٨١٠ر٠	٦٥ر٦	٤ر٨
ابتعاد المباني	٨١٧ر٠	٦٦ر٧	٠ر٤
كثافة الاشجار	٨٢٧ر٠	٦٨ر٤	١ر٧
الزاوية التي تعملها الرياح مع الشارع	٨٣٦ر٠	٦٩ر٩	١ر٥
نسبة المساحة المعبدة	٨٤٣ر٠	٧١ر١	١ر٢
درجة الانحدار	٨٤٩ر٠	٧٢ر١	١ر١
الكثافة السكانية	٨٥٠ر٠	٧٢ر٣	٠ر٢
نسبة الفضاء	٨٥١ر٠	٧٢ر٤	٠ر١
عرض الشارع	٨٥٢ر٠	٧٢ر٦	٠ر٢

تفسر العوامل الطبيعية والبشرية الموضحة في الجدول السابق حوالي ٧٣٪ من مجمل التباين في درجة الحرارة العظمى لمدينة عمان صيفا ، ولكبر مصدر للتباين في درجة الحرارة هو كثافة المواصلات التي فسرت ١٧ر٤٪ من مجمل هذا التباين ، ففي يوم الخميس تزداد كثافة المواصلات ** في المدينة عنها في بقية ايام الاسبوع فيزداد بشهـا

* تم القياس ما بين الساعة الثانية الى الثالثة ظهرا ٠

** للمزيد من التفصيلات عن كثافة المواصلات في مدينة عمان واثرها على رفع درجة الحرارة ، انظر الفصل نفسه ، ص ص ١١٣ - ١١٤ ٠

للطاقة الحرارية التي تؤدى الى ارتفاع درجة الحرارة في المدينة عنها في اطرافهـــا ، مما يؤكد ذلك ان ظاهرة الجزيرة الحرارية في المدينة تنجم بالدرجة الاولى عن النشاطات البشرية فيها ٠ اما المصدر الثاني للتباين في درجة حرارة المدينة فهو سرعة الريـاح فقد فسرت حوالي ١٦٪ من مجمل هذا التباين ، ثم تلاها اتجاه النقطة عن مركـــز المدينة وبعدها عنه حيث فسرا على التوالي ٧ر١١٪ ، ٦ر٦٪ ، وجاءت بعد ذلــك نسبة المباني الاسمنتية والمساحة المبنية اللذان فسرا حوالي ٤ر٥٪ ، ٨ر٤٪ علـــى التوالي ٠ ولذا يمكن القول ان جميع العوامل السابقة بلغ مجمل تفسيرها حوالـــي٦٢٪ من التباين في درجة حرارة المدينة ، اى مانسبته ٤ر٥٨٪ من مجمل مافسرته جميـــع العوامل الموضحة في الجدول السابق الذى يوضح لنا ايضا ان كثافة الاشجار ومساحـــة الفضاء لم يفسرا سوى ٨ر١٪ ، وربما يعود سبب ضعف تفسيرهما الى قلة الاشجار فـــي المدينة من جهة (جدول ٤٠) والى الظروف الجوية التي كانت سائدة وقت اجـــراء القياس من جهة اخرى ، ففي ذلك اليوم ارتفعت الرطوبة النسبية وانخفضت درجـــة الحرارة دون معدلها الشهرى بحوالي ٤م° ، مما يؤكد لنا ان اثر كثافة الاشجـــار ومساحات الفضاء يكون اكثر وضوحا في الايام التي ترتفع فيها درجة الحرارة عنها فـــي الايام التي تنخفض فيها درجة الحرارة *٠

جدول (٤٠) عدد الشوارع المشجرة في مدينة عمـــان (١).

المنطقـــة	عدد الشوارع المشجـــرة	نسبتها من المجموع الكلي للشوارع في المنطقـــة	نسبتها الى المجموع الكلي للشوارع المشجرة في المدينة
وسط المدينة	٧	٨ر٤	٥ر١
بسمـــان	١٦	٣ر٤	٣ر٣
عين غـــزال	٧	٣	٥ر١
النصـــر	٦	٩ر٢	٣ر١
اليرمـــوك	٥	٨ر٢	١
راس العيـــن	٤	٧ر٢	٨ر٠
بـــدر	١٦	٩ر١	٣ر٣
زهـــران	١٧٩	٥١	٨ر٣٦
العبدلـــي	٢٣٧	٤٧	٧ر٤٩

* لمزيد من المقارنة انظر الفصل نفسه ، ص ١٣٩٠

١٠ مشروع استطلاع الطرق ، دائرة التنمية والتخطيط ، امانة العاصمة ، كانـــون الثاني ، ١٩٨٤٠

وتأتي اهمية الاشجار في كونها عاملا ملطفا لمناخ المدينة وخاصة في ايام الصيف التي ترتفع فيها درجات الحرارة ، حيث تتناسب درجة الحرارة تناسبا عكسيا مع كثافة الاشجار في المدينة (الارتباط -٠.٤٠)*، ويوضح الجدول السابق ان عدد الشوارع المشجرة في المدينة يبلغ حوالي ٤٧٨ شارعا اى مانسبته ٢٢٪ من المجموع العام لشوارع المدينة ** تتركز معظمها (٨٧٪) في منطقتين هما العبدلي وزهران في حين لا يزيد نصيب بعض المناطق الاخرى كمنطقة راس العين مثلا عن ٨ر٠٪ من مجمل الشوارع المشجرة في المدينة . وتتناثر الحدائق العامة في بعض احياء العاصمة بمساحات محدودة جدا بسبب منافسة المباني لها من جهة ونقص المياه من جهة اخرى ، وتعدّ الحديقة العامة بمدينة الحسين الرياضية من اهم حدائق عمان واكبرها امتدادا حيث تبلغ مساحتها حوالي ١٠٠٠ دونم (١) .

وقد عزت كثير من الدراسات السابقة سبب زيادة درجة الحرارة في المدن عنها في الريف الى قلة تواجد الاشجار وتناقص مساحاتها الخضراء ، التي استبدلت معظمها في المدن بالمنشآت العمرانية والساحات المرصوفة والمعبدة ذات القدرة الامتصاصية العالية التي تؤدى الى بث كميات كبيرة من الطاقة الحرارية فتزداد درجة الحرارة نتيجة لذلك .

وربما يعود احد اسباب انخفاض درجة الحرارة في مدينة عمان بالاتجاه نحو الغرب والشمال الغربي وزيادتها بالاتجاه نحو الجنوب والشرق *** الى زيادة كثافة الاشجار وكثرة الحدائق المنزلية في الجهات الغربية من المدينة وتناقصها في الجهات الاخرى وخاصة في وسط المدينة الذى لا تزيد فيه المساحة الخضراء عن ٢ر٠٪ من مساحته الكلية البالغة ٢٣٣١ دونما ، بينما تبلغ نسبة المساحة المعبدة فيه حوالي ١٢٪ من مجمل مساحته الكلية (٢) . ومما سبق يمكن القول ان زيادة درجة الحرارة في عمان عنها في اطرافها يرجع اسبابها الى عوامل كثيرة بعضها بشرية واخرى طبيعية .

---

* له دلالة احصائية على مستوى الثقة ٩٩٪ .

** بلغ عدد شوارع المدينة عام ١٩٨٤ حوالي ٢٢١٤ شارعا .

١ . للمزيد من التفصيلات عن المناطق الخضراء في المدينة انظر :-
حسن عبد القادر ، مدينة عمان دراسة جغرافية ، ١٩٨٠ ، الطبعة الأولى ، ص ١١٥ .

*** يبلغ معامل الارتباط بين درجة الحرارة واتجاه النقطة عن مركز المدينة حوالي (-٣٦ر٠) ، بدلالة احصائية له على مستوى الثقة ٩٩٪ .

٢ . امانة العاصمة ، عمان ، ١٩٨٥ .

ويمكن تقسيم العوامل المؤثرة على الجزيرة الحرارية في الصيف الى عوامل طبيعية واخرى بشرية على النحو التالي :ـ

أ ـ العوامل الطبيعية :ـ

تفسر العوامل الطبيعية الموضحة في جدول (٤١) ٥١٪ من مجمل التباين في درجة الحرارة العظمى في المدينة صيفا ، وهي بذلك تتساوى مع ما فسرته هذه العوامل من التباين في درجة الحرارة الصغرى شتاء * الا ان تأثيرها يختلف في الصيف عنه في الشتاء من حيث ترتيب هذه العوامل حسب اهميتها في تفسير التباين في درجة الحرارة ، ففي حين كانت نسبة الفضاء هي اكثر العوامل الطبيعية تفسيرا للاختلاف في درجة الحرارة الصغرى ، نجد ان سرعة الرياح هي اكثر العوامل الطبيعية تفسيرا للتباين في درجة الحرارة العظمى ** . مما يؤكد لنا ان تأثير المدينة على سرعة الرياح يكون اكثر في الصيف عنه في الشتاء بسبب التهيج الحراري والمكانيكي وما ينتج عنه من اضطراب ومزج في طبقات الهواء السطحية في المدينة خاصة في ساعات الظهر .

جدول (٤١) ملخص نتائج الانحدار المتعدد الخطوات لتأثير العوامل الطبيعية على تباين درجة الحرارة العظمى صيفا في المدينة .

الرمز	المتغير	معامل الارتباط المتعدد	مقدار التفسير ٪
x_2	معدل سرعة الرياح	٠ر٤٠٢	١٦ر٢
x_{15}	اتجاه النقطة عن مركز المدينة	٠ر٥٤١	٢٩ر٣
x_{14}	بعد النقطة عن مركز المدينة	٠ر٦١٠	٣٧ر٢
x_4	نسبة الفضاء	٠ر٦٨٧	٤٧ر٢
x_{16}	اتجاه المسطح الذي تقع فيه نقطة القياس	٠ر٧١١	٥٠ر٥
x_{11}	درجة الانحدار	٠ر٧١٤	٥١ر٠
x_{17}	الزاوية التي تعملها الرياح مع الشارع	٠ر٧١٥	٥١ر١

---

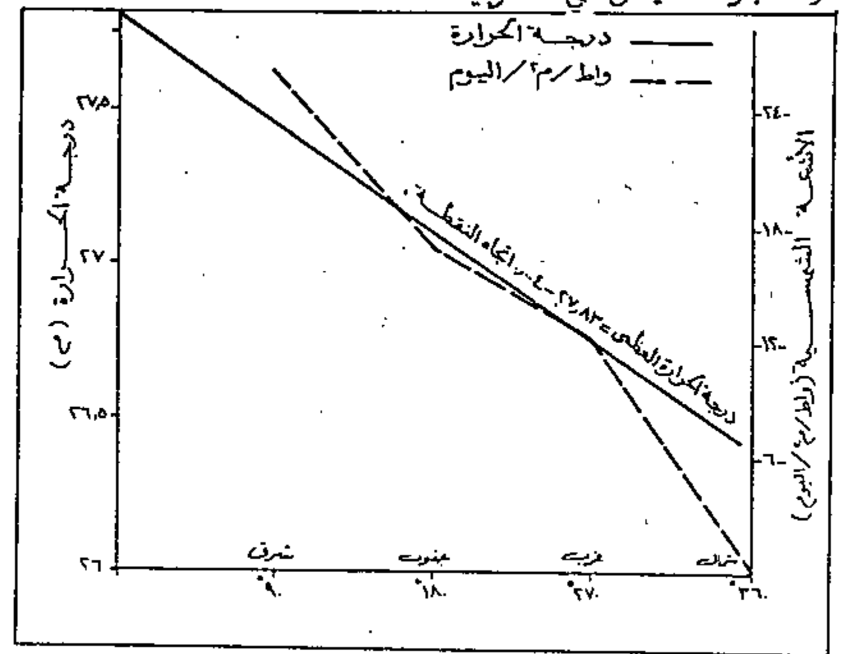
* انظر جدول (٣٨) من هذا الفصل ، ص ١٢٢ .

** للمزيد من هذه المقارنة انظر الجدول .

ويمكن تلخيص اثر العوامل الطبيعية على التباين في درجة الحرارة العظمى فيما يلي :-

١. تعد سرعة الرياح اهم مصدر للتباين في درجة الحرارة العظمى فبلغ مقدار تفسيرها حوالي ١٦٪ من مجمل هذا التباين ، وربما يعود السبب في ذلك الى زيادة سرعتها يوم القياس . فقد اثبتت بعض الدراسات الاخرى ان تأثير المدينة على الرياح **يزداد بارتفاع سرعتها *التي تقل في مركز المدينة وتزداد بالاتجاه** نحو اطرافها نتيجة الاختلاف الواضح في خشونة السطح من مكان لآخر في المدينة، فترتب على ذلك تباين سرعتها وبالتالي اختلفت درجة الحرارة نتيجة لذلك ، ويوضح الارتباط بين سرعة الرياح ودرجة الحرارة العظمى الذي يبلغ (-٠٫٤٠) ** بوجود علاقة عكسية بينهما .

٢. يفسر اتجاه النقطة عن مركز المدينة حوالي ١٣٪ من مجمل التباين في درجة الحرارة العظمى والذي يرتبط معها بعلاقة عكسية (-٠٫٣٦) ** ، فكلما اتجهنا نحو الغرب والشمال الغرب انخفضت درجة الحرارة ، ولكنها تزداد بالاتجاه نحو الشرق والجنوب ، ولعل احد الاسباب في ذلك يعود الى تناقص كمية الاشعة الشمسية المباشرة الساقطة على السطح بالاتجاه نحو الشمال والغرب (شكل ٥٣ ، جدول ٤٢) ، بالاضافة الى ذلك فان الرياح التي كانت سائدة وقت اجراء القياس هي الغربية *** .



شكل -٥٣- العلاقة بين اتجاه النقطة عن مركز المدينة ودرجة الحرارة العظمى والاشعة الشمسية الساقطة

---

* للمزيد من التفصيلات عن اثر المدينة على سرعة الرياح انظر الفصل **الخامس** ، ص ص ١٤٩-١٥٢.

** معامل الارتباط له دلالة احصائية على مستوى الثقة ٩٩٪ .

*** هناك عوامل اخرى تؤدي الى انخفاض درجة الحرارة في الجهات الغربية من المدينة ، للمزيد من التفصيلات انظر الفصل الثالث ، ص ٨٦ .

جدول (٤٢) كمية الاشعة الشمسية المباشرة الساقطة على الاتجاهات المختلفة في عمان في آب (١) .

الاتجـــاه	الدرجـــة	كمية الاشعة الساقطة واط / م ٢ / اليـــوم
شمـــال	٣٦٠	٥٧٫٤
شمال شـرق	٤٥	١٤١٦٫٠
شـــرق	٩٠	٢٦١٨٫٠
جنوب شـرق	١٣٥	٢٥٨٦٫٠
جنـــوب	١٨٠	١٧١٠٫٠
جنوب غـــرب	٢٢٥	١٥٩٦٫٠
غـــرب	٢٧٠	١٢١٦٫٠
شمال غـــرب	٣١٥	٢١٩٫٠

٠٣ تفسر نسبة الفضاء ١٠٪ من مجمل التباين في درجة الحرارة العظمى ، وهـي بذلك تحتل المرتبة الثالثة من بين العوامل الطبيعية الموضحة في جدول (٤١) ، ويدل الارتباط الموجود بينها وبين درجة الحرارة العظمى البالغ (ـ٠٫٣٢) * على وجود علاقة عكسية بينهما ، فكلما زادت مساحة الفضاء انخفضت درجة الحرارة .

٠٤ يحتل البعد عن مركز المدينة المرتبة الرابعة من بين العوامل الطبيعية التي تؤثر على تباين درجة الحرارة العظمى في المدينة اذ يبلغ تفسيره حوالي ٨٪ من مجمل التباين في درجة الحرارة ، ويدل الارتباط بين البعد عن المركز ودرجة الحرارة والبالغ حوالي (٠٫١٧) ** على وجود علاقة طردية بينهما ، فكلما ابتعدنا عن مركز المدينة زادت درجة الحرارة ، وقد يعود ذلك الى ظلال المباني المرتفعة والمزدحمة في وسط المدينة التي تغطي شوارعها الضيقة مما ساعد على قلة وصول الاشعة الشمسية المباشرة اليه ، وبالتالي انخفضت درجة الحرارة في مركز المدينة ، يضاف الى ذلك فقد كانت السماء يوم اجراء القياس مغطاه جزئيا بالغيوم حيث عملت عوادم السيارات وملوثات المدينة (٢) وارتفاع

---

٠١ امانة العاصمة ، دائرة الدراسات ، ١٩٨٢ .

* للارتباط دلالة احصائية على مستوى الثقة ٩٩٪ .

** للارتباط دلالة احصائية على مستوى الثقة ٩٩٪ .

٠٢ تم هذا القياس ما بين الساعة الثانية والثالثة ظهر يوم الخميس بتاريخ ٢٣/٨/١٩٨٤ حيث تزدحم المواصلات وتزداد كثافتها في المدينة هذا اليوم .

الرطوبة النسبية على حجب جزء من الاشعة الشمسية ومنعها من الوصول الى مركز المدينة فانخفضت درجة الحرارة نتيجة لذلك . هذه النتيجة هي نفسها التي توصل اليها هوارد ولوديق وويلش ، اذ اشاروا جميعا الى تفوق الريف على المدينة في درجة الحرارة في بعض ايام الصيف وخاصة اذا ارتفعت الرطوبة النسبية ونسبة تلوث الهواء [١] . ويمكن القول ايضا ان اطراف المدينة وخاصة الشرقية والجنوبية تتأثر بالمناخ الصحراوى الذى يعمل على ارتفاع درجة الحرارة هناك .

٥ . يفسر اتجاه السفح الذى تقع فيه نقطة القياس حوالي ٣ر٣٪ من مجمل التباين في درجة الحرارة العظمى ، ويوضح الارتباط بينهما والبالغ (٣١ر٠)* بأن هناك علاقة طردية بين كمية الاشعة الشمسية الساقطة على السفح وبين درجة حرارته ، ويعني ذلك أن درجة الحرارة تزداد في السفوح الشرقية والجنوبية الشرقية والجنوبية عنها في السفوح الشمالية والشمالية الغربية حيث تزداد كمية الاشعة الساقطة على السفوح الشرقية والجنوبية الشرقية عنها في السفوح الاخرى (جدول ٤٢) [٢] . وتؤثر درجة انحدار السفوح هي الاخرى على تباين درجة الحرارة العظمى في المدينة على الرغم من ضعف مقدار تفسيرها (٥ر٠٪) ومعامل ارتباطها بدرجة الحرارة الذى يبلغ (٠٤ر٠) ، ولعل السبب في ذلك يعود الى التعديلات الكبيرة التي ادخلها الانسان في المدينة — التي ذكرت سابقا — على درجة انحدار السفوح . الا ان الارتباط يشير الى وجود علاقة طردية بين درجة الحرارة العظمى وانحدار تلك السفوح والذى يتحكم في تحديد زاوية سقوط الاشعة ، فبعض السفوح شديدة الانحدار قد تسقط اشعة الشمس عليها بزاوية قائمة ، مما يجعل الاشعاع الذى يصلها اكثر من المناطق السهلية المنبسطة المحاذية لها ، خاصة في ساعات الصباح والغروب حيث تكون اشعة الشمس شديدة الميل . [٣]

---

١ . للمزيد من التفصيلات انظر :—

- Lonard, O. Myrup., 1969, Op Cit, p. 908.
- Ludwig, F.L., 1970, Op Cit, p. 104 .
- Estovren, C., 1983, Op Cit, pp. 134 - 141.

* للارتباط دلالة احصائية على مستوى الثقة ٩٩٪ .

٢ . ادخل في نموذج الانحدار المتعدد الخطوات كمية الاشعة الشمسية الساقطة على كل سفح بدلا من درجة اتجاهه استنادا الى جدول رقم (٤٢) المشار اليه . للمزيد من التفصيلات عن اثر اتجاه السفوح الجبلية على اختلاف توزيع الاشعاع الشمسي ودرجة الحرارة انظر :—
نعمان شحادة ، علم المناخ ، ١٩٨٣ ، ص ص ٨٣ — ٨٥ .

٣ . ربما يعود ضعف الارتباط ايضا الى قلة وصول الاشعة الشمسية يوم اجراء القياس بسبب تغطية السماء جزئيا بالغيوم وارتفاع الرطوبة النسبية . للمزيد من التفصيلات عن اثر درجة انحدار السفوح على اختلاف الاشعة الساقطة عليها ، انظر المرجع الاخير ، ص ٨٤ .

ب ـ العوامل البشريـــة :ـ

تفسر العوامل البشرية الموضحةفي جدول (٤٣) ٥٦٪ من مجمل التبايـن في درجة الحرارةالعظمى وتعد كثافة الموصلات اكثر العوامل البشرية تفسيرا فقـــد بلغ حوالي ١٧٪ من مجمل هذا التباين • ويفيد ارتباطها مع درجة الحـــرارة (٤٢ر٠) * بوجود علاقة طردية بينهما ، وربما يعود ذلك الى زيادة كثافة المواصـــلات في المدينة يوم الخميس وهو احد ايام الاسبوع التي تكثر فيه نشاطات السكان وكثافـــة المواصلات ، فيزداد نتيجة لذلك مقدار ماتبثه الى الجو من طاقة حرارية تساعد علـــى رفع درجة الحرارة في المدينة •

جدول (٤٣) تلخيص نتائج الانحدار المتعدد الخطوات لتأثير العوامل البشرية على تباين درجة الحرارة العظمى في المدينـــة •

المتغيـــــــــــر	الارتباط المتعدد	مقدار التفسيـــــر ٪
كثافة الموصـــــلات	٤١٧ر٠	٤ر١٧
نسبة عدد المباني الاسمنتية	٥٥٠ر٠	٢ر٣٠
ارتفاع المبانـــــي	٥٩٠ر٠	٧ر٣٤
نسبة المساحة المبنيـــة	٦٥٧ر٠	١ر٤٣
ابتعاد المبانـــــي	٦٧٨ر٠	٩ر٤٥
كثافة الاشجـــــار	٧١٦ر٠	٣ر٥١
نسبة المساحة المعبـــدة	٧٣٦ر٠	٢ر٥٤
الكثافة السكانيـــــة	٧٤٧ر٠	٧ر٥٥
عرض الشـــــارع	٧٥٠ر٠	١ر٥٦

وتفسر العوامل الخاصة بمباني المدينة (نسبة المباني الاسمنتية ، ارتفـاع المباني ، نسبة المساحة المبنية ، ابتعاد المباني) حوالي ٥ر٢٨٪ من مجمل التبايـن في درجة الحرارة ، واكثر هذه العوامل تفسيرا هي نسبة عدد المباني الاسمنتية التـي بلغ تفسيرها ١٣٪ • وتنقسم هذه العوامل من حيث علاقتها بدرجة الحرارة الى قسميـن هما :ـ

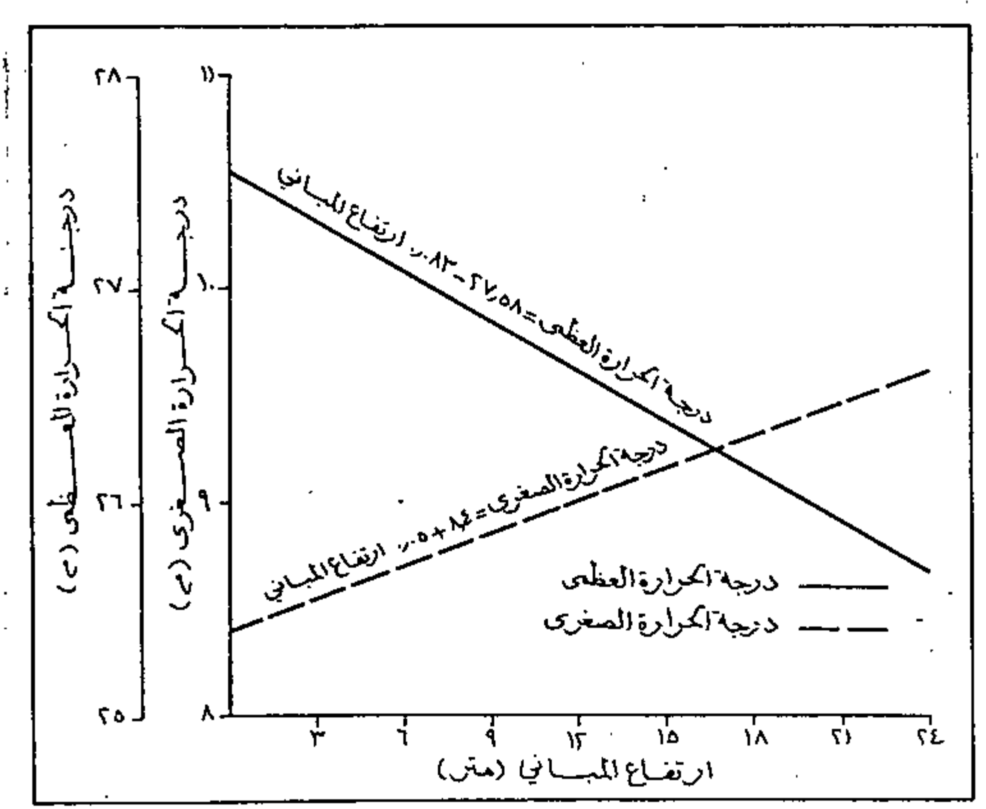
أ ـ عوامل ترتبط مع درجة الحرارة بعلاقة طردية وهي نسبة المساحة المبنية وعـــدد المباني الاسمنتية ، حيث بلغ معامل ارتباطهما بدرجة الحرارة حوالـــي ١٦ر٠ ،

---

* للارتباطات دلالة احصائية على مستوى الثقة ٩٩٪ •

٣٤ر٠ على التوالي * ويعود السبب في ذلك الى زيادة القدرة الامتصاصية والتوصلية لمادة الاسمنت التي تغلب على معظم مواد البناء في المدينة (١) .

ب ـ عوامل ترتبط مع درجة الحرارة بعلاقة عكسية وهي ابتعاد المباني وارتفاعها ، اذ يبلغ معامل ارتباطهما بدرجة الحرارة حوالي ـ ١٨ر٠ ، ـ ٢٧ر٠ على التوالي ، فابتعاد المباني هو احد العوامل التي تساعد على زيادة سرعة الرياح وبالتالي تنخفض درجة الحرارة نتيجة لذلك٠ وربما يعود سبب انخفاضها الى الظلال الوارفة للمباني التي تقلل من وصول الاشعة الشمسية المباشرة الى الشوارع المجاورة ٠ كما وتعكس جزءا كبيرا من الاشعة الواصلة اليها وتبددها في الفضاء فلا يصل منها الى الشوارع المجاورة ذات القدرة الامتصاصية العالية الا جزء قليل ، ويختلف تأثير ارتفاع المباني على درجة الحرارة في الليل عنه في النهار ، ففي حين تكون العلاقة بينهما طردية في الليل نجدها عكسية في النهار (شكل ٥٤) ٠



شكل ـ ٥٤ ـ العلاقة بين ارتفاع المباني ودرجة الحرارة العظمى والصغرى

---

* للارتباطات دلالة احصائية على مستوى الثقة ٩٩٪ ٠

١٠ انظر جدول (٣) الفصل الاول ٠

اما العلاقة بين المساحة المعبدة وعرض الشارع من جهة ودرجة الحرارة من جهة اخرى فهي طردية ، اذ يبلغ معامل ارتباطهما بدرجة الحرارة حوالي ٢٠ر٠ ، ٠٦ر٠ على التوالي ، حيث تؤدي زيادة القدرة الامتصاصية للاسطح المعبدة او المطلية بالقار الى ارتفاع درجة الحرارة ، كما يؤدي عرض الشوارع الى زيادة المساحة المعبدة اذ يبلغ معامل ارتباطهما حوالي (٦٨ر٠) ، مما يساعد ذلك على رفع درجة الحرارة في المدينة . وتتلخص العوامل التي تؤثر على الجزيرة الحرارية صيفا بما هو موضح في جدول (٤٤) .

جدول (٤٤) العوامل المؤثرة على درجة الحرارة العظمى حسب معامل ارتباطهما .

المتغير	الارتباط البسيط
كثافة المواصلات	+ ٤٢ر٠
نسبة عدد المباني الاسمنتية	+ ٣٤ر٠
اتجاه السفح الذي تقع فيه النقطة*	+ ٣١ر٠
نسبة المساحة المعبدة	+ ٢٠ر٠
الكثافة السكانية	+ ١٧ر٠
الزاوية التي تعملها الرياح مع اتجاه الشارع	+ ١٧ر٠
بعد النقطة عن مركز المدينة	+ ١٧ر٠
نسبة المساحة المبنية	+ ١٦ر٠
عرض الشارع	+ ٠٦ر٠
درجة الانحدار	+ ٠٤ر٠
سرعة الرياح	ــ ٤٠ر٠
كثافة الاشجار	ــ ٤٠ر٠
اتجاه النقطة عن مركز المدينة	ــ ٣٦ر٠
نسبة الفضاء	ــ ٣٢ر٠
ارتفاع المباني	ــ ٢٧ر٠
ابتعاد المباني	ــ ١٨ر٠

---

* ترتفع درجة الحرارة للاماكن التي تقع في السفوح الشرقية والجنوبية وتنخفض في السفوح الشمالية والغربية .

اختلاف الجزيرة الحرارية في يوم الخميس عنها في يوم الجمعة .

تشابهت نتائج الانحدار المتعدد الخطوات ليوم الخميس والجمعة وخاصة فيما يتعلق بالعوامل التي ادت الى زيادة درجة الحرارة او انخفاضها ، الا ان هناك بعض الاختلافات بينهما تتلخص فيما يلي (جدول ٣٩ ، ٤٥) :ـ

جدول (٤٥) تلخيص نتائج الانحدار المتعدد الخطوات لتأثير العوامل الطبيعية والبشرية على تباين درجة الحرارة للمدينة يوم الجمعة*

المتغير	الارتباط المتعدد	مقدار التفسير ٪
نسبة الفضاء	٠ر٦٧٣	٤٥ر٤
اتجاه السفح الذى تقع فيه نقطة القياس	٠ر٧٤١	٥٤ر٩
كثافة الاشجار	٠ر٧٥٤	٥٦ر٩
عرض الشارع	٠ر٧٦١	٥٧ر٩
ابتعاد المباني	٠ر٧٧٢	٥٩ر٩
نسبة المساحة المعبدة	٠ر٧٨١	٦١ر٠
نسبة المساحة المبنية	٠ر٧٩٠	٦٢ر٤
معدل سرعة الرياح	٠ر٧٩٨	٦٣ر٧
بعد النقطة عن مركز المدينة	٠ر٨٠٦	٦٥ر٠
الكثافة السكانية	٠ر٨١٢	٦٦ر٠
كثافة المواصلات	٠ر٨١٣	٦٦ر١
درجة الانحدار	٠ر٨١٤	٦٦ر٢
ارتفاع المباني	٠ر٨١٥	٦٦ر٤
نسبة المباني الاسمنتية	٠ر٨١٦	٦٦ر٦
اتجاه النقطة عن مركز المدينة	٠ر٨١٦	٦٦ر٦

١ . انخفض مقدار تفسير العوامل جميعها للتباين في درجة الحرارة يوم الجمعة عنه في يوم الخميس اذ بلغ **٧٢ر٦٪ ، ٦٦ر٦٪ على التوالي . وربما يعود** ذلك الى ما يلي :ـ

أ ـ تقل نشاطات السكان ايام العطل فيترك بعضهم المدينة ويتجهون الى الارياف طلبا للراحة والاستجمام فينجم عن ذلك قلة كثافة المواصلات

* تم القياس مابين الساعة الثانية الى الثالثة ظهرا .

وتفسيرها من التباين في درجة الحرارة حيث يوضح جدول (٤٥) ان مقدار تفسير كثافة المواصلات ليوم الجمعة من تباين درجة الحرارة بلغ ١ر٠٪ في حين كان ليوم الخميس حوالي ٤ر١٧٪ ، وبلغ ارتباطها مع درجة الحرارة حوالي ٢٧ر٠ ، ٤٢ر٠ لليومين على التوالي * .

ب ــ ادى ارتفاع درجة الحرارة يوم الجمعة عنها في الخميس الى هيمنة الاشعة الشمسية الواصلة الى سطح الارض على بقية مصادر الطاقة الاخرى في المدينة ، ونتج عن ذلك قلة الفروق الحرارية بين المدينة واطرافها بدليل قوة ارتباط اتجاه السفح الذى تقع فيه النقطة مع درجة الحرارة ليوم الجمعة (٤٧ر٠) * عنه ليوم الخميس (٣١ر٠) * وارتباط اتجاه النقطة مع درجة الحرارة ليوم الخميس (ــ٣٦ر٠) * عنه ليوم الجمعة (ــ٢٢ر٠) * مما يؤكد لنا قلة وضوح الجزيرة الحرارية في الايام التي تكون فيها الشمس ساطعة ودرجة الحرارة مرتفعة عنها في الايام الاقل حرارة ، حيث يكون الاشعاع الشمسي في الايام الحارة هو المصدر الرئيسي للطاقة في المدينة والريف على حد سواء .

جـ ــ ساعدة زيادة سرعة الرياح يوم الجمعة (١٥ عقدة) عنها يوم الخميس (١١ عقدة) على التقليل من الفروق الحرارية بين المدينة واطرافها ، بدليل ارتفاع ارتباط سرعة الرياح مع درجة الحرارة يوم الخميس (ــ٤٠ر٠) * عنه في يوم الجمعة (ــ٢٧ر٠) * ، حيث يكون انخفاض درجة الحرارة اكثر حساسية للرياح القليلة السرعة (جدول ١) ** ، كما وينعكس تأثير الرياح احيانا وبخاصة اذا ارتفعت درجة الحرارة فبدل ان تخفضها قد تعمل على زيادتها (١) ، وبما ان سرعة الرياح تزداد بالابتعاد عن مركز المدينة والتوجه نحو الاطراف ، فربما عملت الرياح على زيادة درجة الحرارة يوم الجمعة في الجهات الشرقية والجنوبية للمدينة التي تتأثر بالمناخ الصحراوى وبالتالي قلت الفروق في درجة الحرارة بين المدينة وتلك الجهات مما ترتب على ذلك قلة وضوح الجزيرة الحرارية يوم الجمعة (الاعلى حرارة) عنه يوم الخميس (الاقل حرارة) (٢) .

٢ . يبدو اثر استعمالات الارض على تباين درجة الحرارة اكثر وضوحا في الايام المرتفعة الحرارة ، فعندما تكون الشمس ساطعة والحرارة مرتفعة يبرز اثر مناطق الفضاء وكثافة الاشجار في تخفيضهما لها ، ويزداد تأثير الاسطح المعبدة على زيادتها (جدول ٤٦ ، ٤٧) .

---

* لجميع الارتباطات دلالة احصائية على مستوى الثقة ٩٩٪ .

** انظر الفصل الاول ص ٩ .

١ . اشار تيرجنج في تصنيفه للاقاليم المناخية الفسيولوجية الى هذه النتيجة واشترط في ذلك ان تتراوح درجة الحرارة بين ٣٠° ــ ٣٣° ، للمزيد من التفصيلات انظر : ــ نعمان شحادة ، المناخ العملي ، ١٩٨٣ ، ص ١٨٩ .

٢ . **بلغت اعلى درجة حرارة سجلت يوم الجمعة في احدى نقاط القياس الواقعة في نهاية محور ماركا حوالي ٣١ °م في حين بلغت درجة حرارتها يوم الخميس حوالي ٢٨ °م وكانت درجة حرارة هذه النقطة في يوم الخميس هي ايضا اعلى درجة حرارة سجلت لجميع نقاط القياس**

جدول (٤٦) ملخص نتائج الانحدار المتعدد الخطوات لتأثير العوامل الطبيعية والبشرية على تباين درجة الحرارة ليوم الجمعة.*

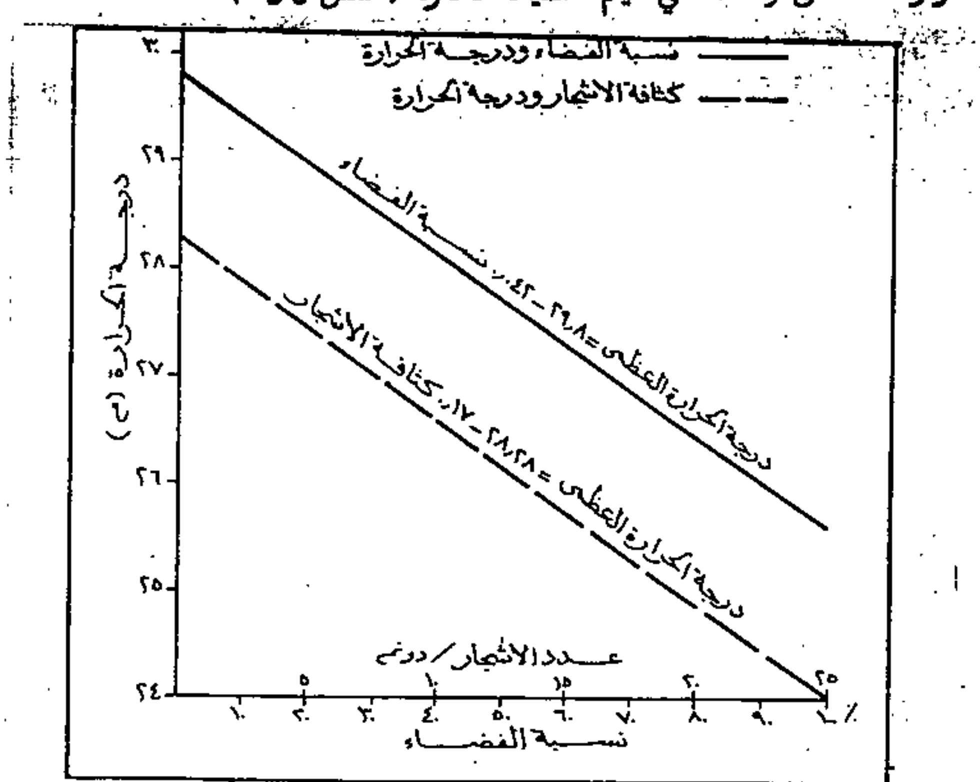
العوامل الطبيعية			العوامل البشرية		
المتغير	الارتباط المتعدد	مقدار التفسير %	المتغير	الارتباط المتعدد	مقدار التفسير %
نسبة الفضاء*	٠ر٦٧٤	٤٥ر٤	كثافة الاشجار	٠ر٤٦٢	٢١ر٣
اتجاه السفح الذى تقع فيه نقطة القياس	٠ر٧٤١	٥٥ر٠	نسبة المساحة المعبدة	٠ر٥٧٠	٣٢ر٥
اتجاه النقطة عن مركز المدينة	٠ر٧٤٩	٥٦ر١	عرض الشارع	٠ر٧٢٠	٥١ر٩
بعد النقطة عن مركز المدينة	٠ر٧٥٣	٥٦ر٧	نسبة المساحة المبنية	٠ر٧٣٠	٥٣ر٣
معدل سرعة الرياح	٠ر٧٥٦	٥٧ر١	ابتعاد المباني	٠ر٧٥٣	٥٦ر٨
درجة الانحدار	٠ر٧٥٨	٥٧ر٥	ارتفاع المباني	٠ر٧٥٦	٥٧ر٢
الزاوية التي تعملها الرياح مع الشارع	٠ر٧٦٠	٥٧ر٧	نسبة عدد المباني الاسمنتية	٠ر٧٥٩	٥٧ر٦
			الكثافة السكانية	٠ر٧٦١	٥٨ر٠
			كثافة المواصلات	٠ر٧٦٢	٥٨ر١

* ادخلت العوامل الطبيعية لوحدها في نموذج الانحدار المتعدد الخطوات ، ثم العوامل البشرية لوحدها .

جدول (٤٧) * اثر بعض استعمالات الارض في عمان على تباين درجة حرارتها .

المتغير	يوم الخميس (حرارة اقل)		يوم الجمعة (حرارة أعلى)	
	مقدار التفسير ٪	الارتباط البسيط	مقدار التفسير	الارتباط البسيط
نسبة الفضاء	١٠ر٠	ـ ٣٢ر٠	٤٥ر٤	ـ ٦٧ر٠
كثافة الاشجار	٤ر٥	ـ ٤٠ر٠	٢١ر٣	ـ ٤٦ر٠
نسبة المساحة المعبدة	٢ر٩	٢٠ر٠	١١ر٢	٤٥ر٠

يوضح الجدول مدى اهمية مناطق الفضاء وكثافة الاشجار في تخفيض درجة الحرارة العظمى وخاصة في ايام الصيف الحارة (شكل ٥٥) .



شكل ـ ٥٥ ـ العلاقة بين درجة الحرارة العظمى ونسبة الفضاء وكثافة الاشجار

٣ . تفوقت العوامل البشرية في تفسيرها للتباين في درجة الحرارة على العوامل الطبيعية في يوم الخميس، بينما تساوت العوامل البشرية والطبيعية في تفسيرهما لهذا التباين في يوم الجمعة [1] ، وقد يعود ذلك الى اختلاف النشاط البشرى الذى يقل في يوم الجمعة ويزداد يوم الخميس .

* استخلصت هذه المعلومات من جدول (٤١، ٤٣، ٤٦) .

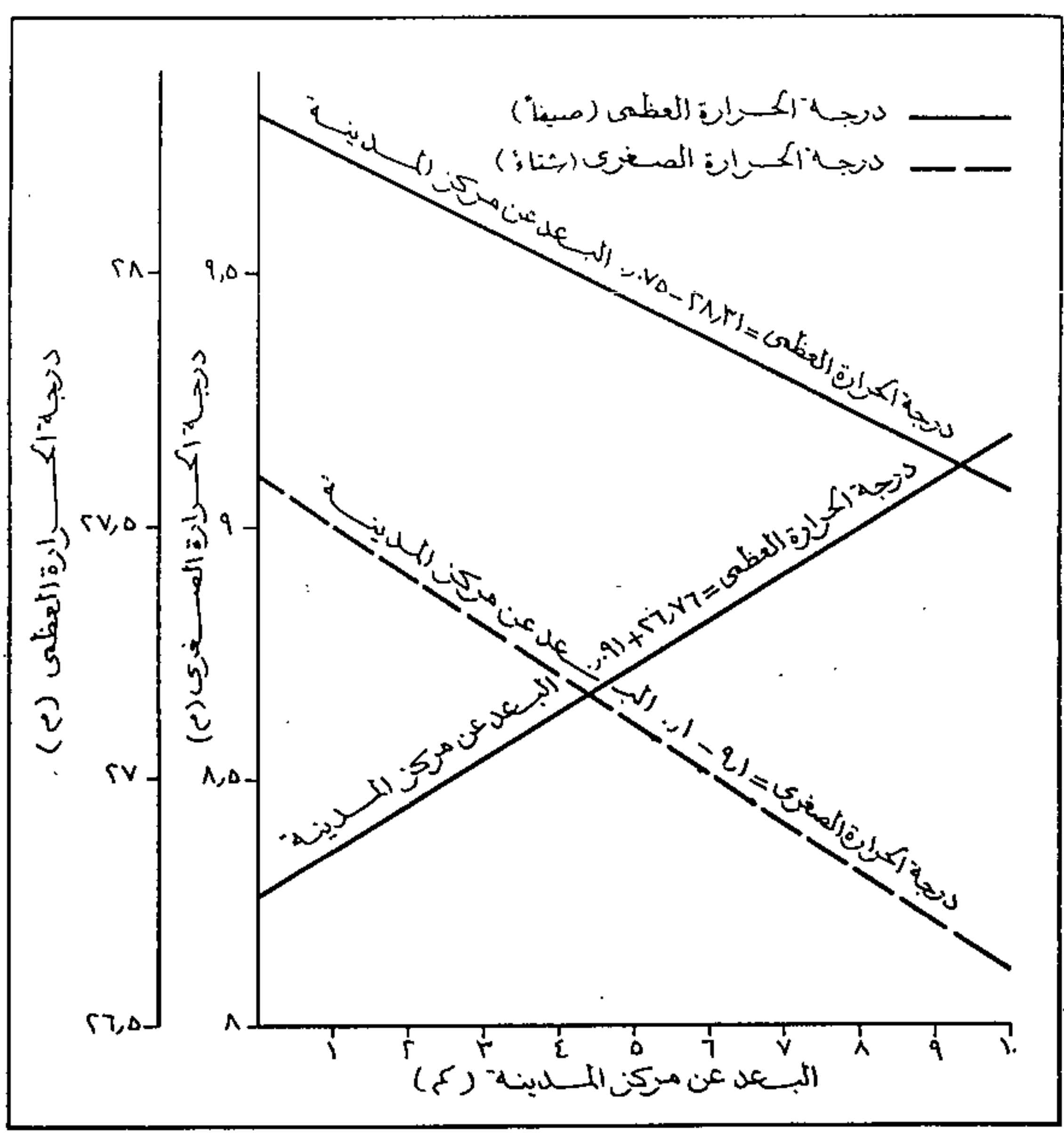
١ . انظر جدول (٤١، ٤٣، ٤٦) .

مقارنة بين اثر المدينة على درجة الحرارة العظمى والصغرى

تبدو من مقارنة العوامل التي تؤثر على الجزيرة الحرارية لعمان صيفا وشتاء ، بأنها اكثر وضوحا وتأثيرا في الشتاء عنها في الصيف ، ففي حين فسرت هذه العوامل ٣ر٨٣٪ من التباين في درجة الحرارة شتاء ، نجد تفسيرها قد انخفض في الصيف الى ٨٨٪ و ٦٦٪ ليوم الخميس والجمعة على التوالي ، وما ينطبق على الصيف والشتاء ينطبق ايضا على درجة الحرارة العظمى والصغرى ، اذ يكون تأثير المدينة على درجة الحرارة الصغرى اكثر من تأثيرها على درجة الحرارة العظمى ، ففي النهار يسيطر الاشعاع الشمسي على جميع مصادر الطاقة في المدينة والريف على حد سواء مما يقلل من الفرق بينهما ، اما في الليل وبسبب الاتبعاث المباني من كميات كبيرة من الطاقة الحرارية فان درجة الحرارة الصغرى تزداد في المدينة عنها في الريف . ولتوضيح ذلك فقد اخذنا على سبيل المثال ثلاثة عوامل وهي البعد عن مركز المدينة والكثافة السكانية ونسبة المساحة المبنية ، لكي نبين الفرق بين تأثيرها على الجزيرة الحرارية ليلا وشتاء عنه صيفا ونهارا ، ويتضح ذلك فيما يلي :-

أ - البعد عن مركز المدينة :-

يلاحظ من شكل (٥٦) الذى يبين اثر البعد عن مركز المدينة على الجزيرة الحرارية صيفا وشتاء ان درجة الحرارة تزداد بالتوجه نحو مركز المدينة وتقل نحو اطرافها ، في حين نجد ها في بعض ايام الصيف وخاصة يوم الخميس قد تناقصت عند المركز واخذت في الارتفاع نحو الاطراف وان كان الوضع قد اختلف يوم الجمعة ، وعموما يوضح الشكل ان المدينة تتفوق على الريف في درجة الحرارة ليلا وشتاء اكثر من الصيف والنهار فعلى بعد ٣ كم من مركز المدينة مثلا نجد درجة الحرارة قد انخفضت شتاء بحوالي ٣ر٠م ٥ بينما قل تناقصها في الصيف واصبح ٢ر٠م ٥ على البعد نفسه تقريبا ، هذا اذا لم يكن العكس من ذلك فقد زادت درجة الحرارة صيفا في يوم الخميس بالابتعاد عن المركز والاتجاه نحو الاطراف بحوالي ٢٧ر٠م ٥ على البعد نفسه تقريبا .

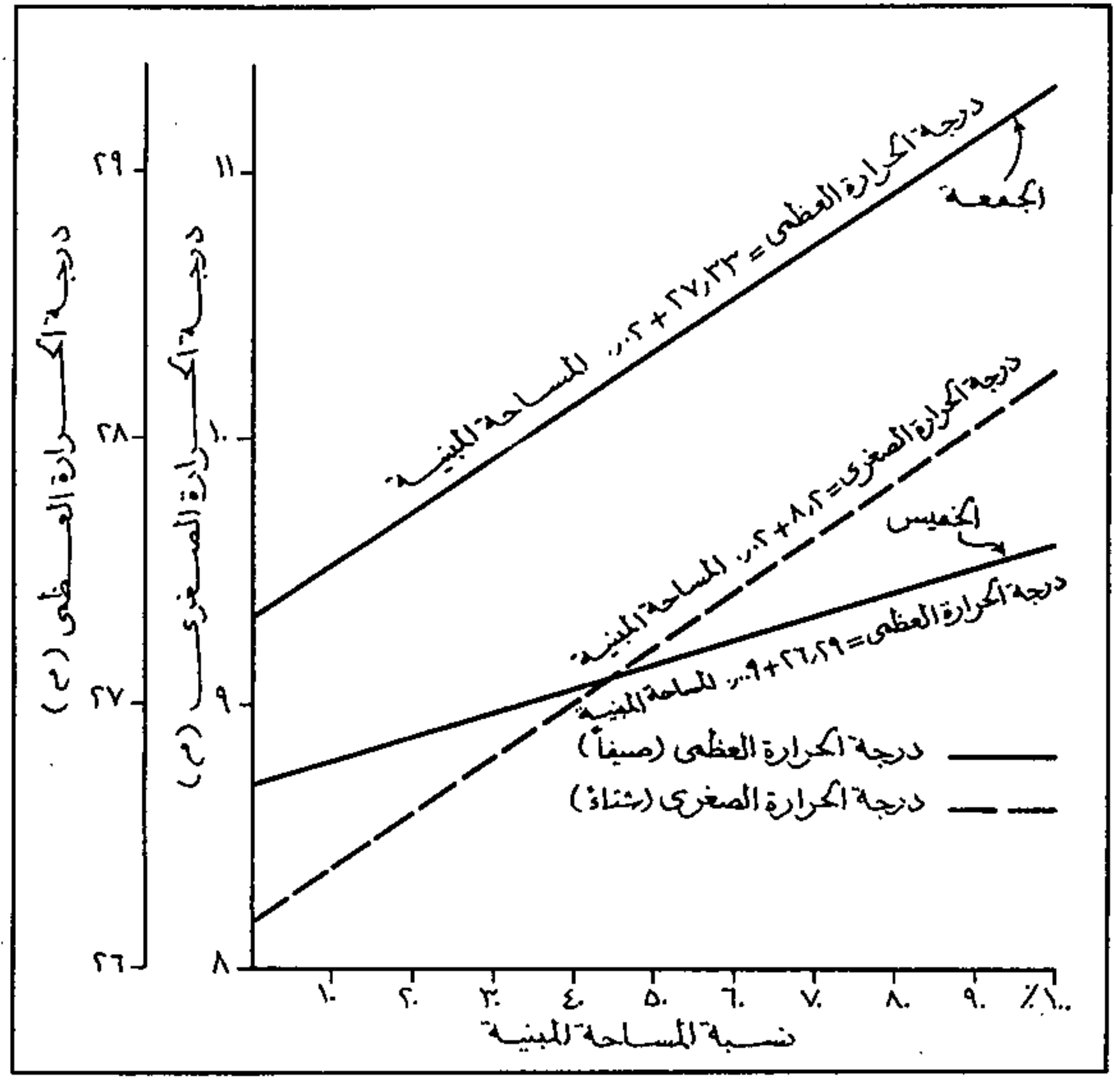


شكل -٥٦- العلاقة بين البعد عن مركز المدينة ودرجة الحرارة العظمى والصغرى

" الباحث "

ب ـ المساحة المبنية :ـ

يزداد استهلاك الانسان من مصادر الطاقة شتاء عنه في الصيف خاصة فيما يتعلق بالتدفئة ، فينتج عن ذلك زيادة ماتبثه المباني من طاقة حرارة تبلغ حوالي ثلاثة اضعاف ماتبثه صيفا (شكل ٥٧) ، ففي حين تكون درجة الحرارة داخل البناء في النهار صيفا اقل مما هي عليه للهواء الخارجي فتسرى الطاقة الحرارية من الهواء الخارجي الى البناء ، مما يضعف من تأثيره على بث الحرارة الى المدينة ، بينما يختلف الامر تماما في الليل اذ تكون درجة الحرارة داخل البناء اعلى مما هي عليه للهواء الخارجي ، فتبدأ الطاقة الحرارية تسرى من البناء الى الهواء الخارجي بناء على القاعدة التي تقول أن الطاقة الحرارية تسرى من الاكثر الى الاقل ، ونتيجة لذلك يزداد تأثير المباني على الجزيرة الحرارية ليلا وشتاء عنه صيفا ونهارا .



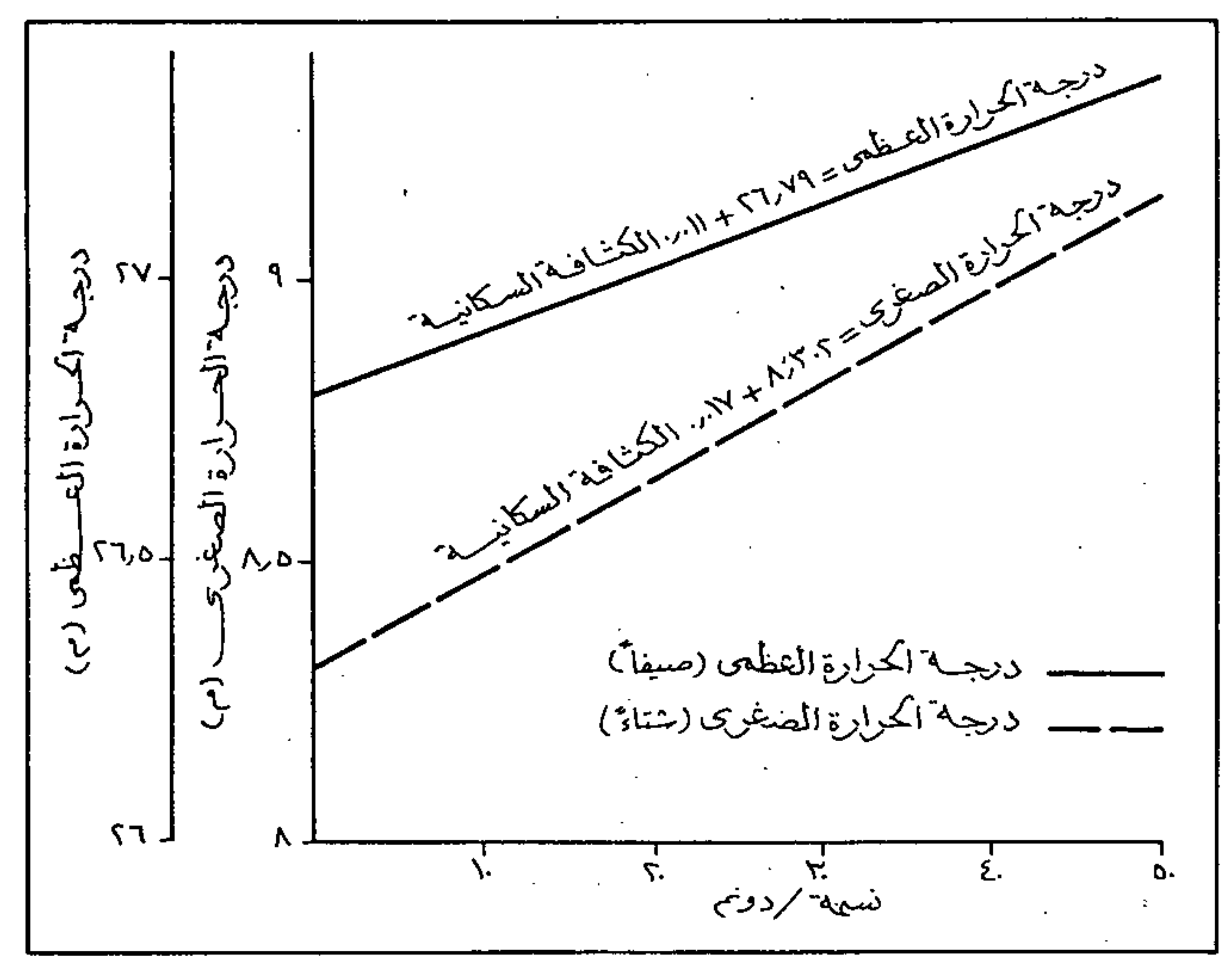
شكل ـ ٥٧ ـ العلاقة بين نسبة المساحة المبنية ودرجة الحرارة العظمى والصغرى

" الباحث "

جـ . الكثافة السكانية :ـ

يزداد تأثير سكان المدينة على جزيرتها الحرارية في الشتاء عنه في الصيف ، ففي الصيف تكون الاشعة الشمسية هي المصدر الرئيسي للطاقة في المدينة والريف . اما في الشتاء فتكون العوامل البشرية هي المسؤولة بالدرجة الاولى عن مصادر الطاقة في المدينة وخاصة في الليل . ويمكن القول ان جميع العوامل البشرية السابقة هي نتيجة مباشرة للكثافة السكانية ، فأينما يزدحم السكان وتكثر المنشآت العمرانية وتزداد كثافة المواصلات وتقل نسبة الفضاء ارتفعت درجة الحرارة نتيجة لذلك . وقد اثبتت نتائج نموذج الانحدار المتعدد الخطوات ان العوامل البشرية قد فسرت بين التباين في درجة الحرارة حوالي ٦٩٪ للشتاء و ٥٦٪ للصيف ، مما يؤكد لنا زيادة تأثير الكثافة السكانية على رفع درجة الحرارة في الشتاء اكثر من الصيف .

ويوضح شكل (٥٨) ان كثافة مقدارها ١٠ نسمة في الدونم تؤثر على درجة الحرارة الصغرى (٢ر٠م٥) ضعف تأثيرها على الدرجة العظمى (١ر٠م٥) .*



شكل ـ ٥٨ ـ العلاقة بين الكثافة السكانية ودرجة الحرارة العظمى والصغرى

* الباحث *

---

* يتضح ذلك من معادلتي خط الانحدار الواردة في شكل (٥٨) حيث بلغت قيمة b لتأثير الكثافة السكانية على درجة الحرارة العظمى حوالي ٠١ر٠ م° ، في حين بلغت لتأثيرها على درجة الحرارة الصغرى حوالي ٠١٧ر٠ م° .

الفصل الخامس

اثر مدينة عمان على الرطوبة النسبية وسرعة الرياح والانقلابات الحرارية

اولا : اثر مدينة عمان على الرطوبة النسبية :ـ

تعتبر الجزيرة الحرارية من العوامل الرئيسية التي تؤثر على الرطوبة النسبية في المدينة ، فكلما ارتفعت درجة الحرارة قلت الرطوبة النسبية ، ويعود السبب في ذلك الى زيادة القدرة الاشباعية للهواء بارتفاع درجة حرارته الامر الذى يؤدى الى انخفاض رطوبته النسبية . ويمكن تلخيص اثر مدينة عمان على الرطوبة النسبية شتاء وصيفا فيما يلي :ـ

أ ـ الرطوبة النسبية في الشتاء* :ـ

يوضح شكل (٥٨) ان اقل مناطق المدينة بالرطوبة النسبية هي التي ترتفع فيها درجة الحرارة وخاصة وسط المدينة ومسارب الاودية والمناطق التي ترتفع فيها الكثافة السكانية والعمرانية ، كمنطقة الاشرفية والنظيف والوحدات وبداية النزهة . اما الجهات التي تزداد فيها الرطوبة النسبية فهي المناطق الغربية والشمالية الغربية حيث تقل الكثافة السكانية والعمرانية وتزداد مساحة الفضاء وتنخفض درجة الحرارة . ويختلف معدل الرطوبة النسبية بين وسط المدينة واطرافها على النحو التالي (جدول ٤٨) :ـ

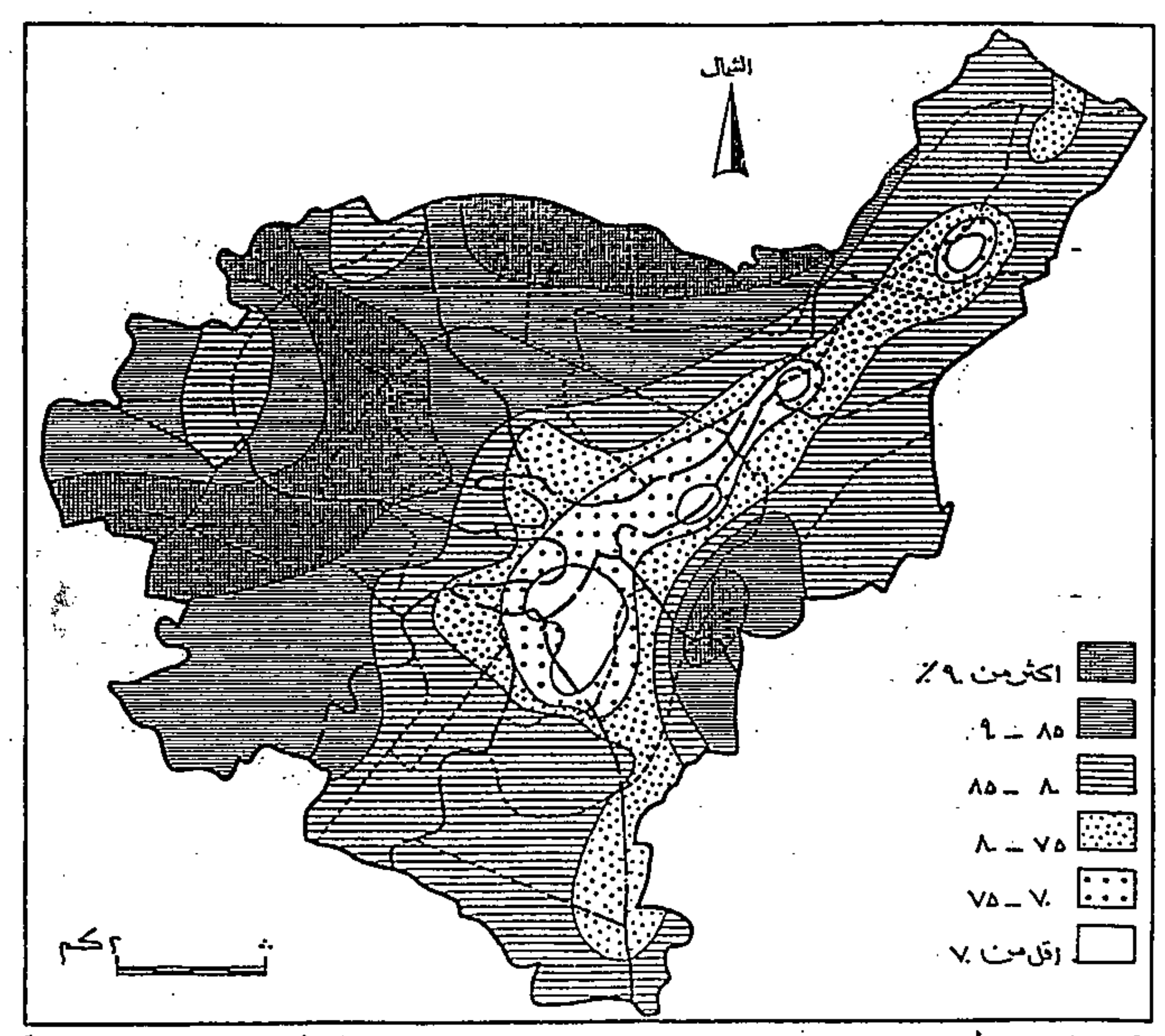
جدول (٤٨) زيادة معدل الرطوبة النسبية العظمى لاطراف المدينة عن وسطها .

المحور	الاتجاه	الفرق في الرطوبة النسبية بين وسط المدينة واطرافها ٪
ماركا	شمال غرب	٥
الاذاعة	جنوب	٨
الجامعة	شمال غرب	١٧
جبل عمان	غرب	١٧

ترتفع الرطوبة النسبية في اطراف المدينة عنها في وسطها ، ويزداد هذا التفوق في الجهات الغربية والشمالية الغربية عنه في الجهات الشرقية والشمالية الشرقية . واهم العوامل التي تؤثر على الرطوبة النسبية في ساعات الصباح الاولى شتاء هي (جدول ٤٩) :ـ

---

* عند الكلام عن الرطوبة النسبية في الشتاء ، فيعني ذلك الرطوبة النسبية في ساعات الصباح الاولى (انظر شكل ٥٨).



شكل ٥-١٨ الرطوبة النسبية لمدينة عمان بين الساعة الثالثة والنصف والرابعة والنصف صباحاً
بتاريخ ١٩/١٢/١٩٨٤.
"الباحث"

جدول (٤٩) اهم العوامل التي تؤثرعلى الرطوبة النسبية في ساعات الصباح الاولى شتاء (١) .

المتغير	الارتباط البسيط (٢)
الارتفاع عن سطح البحر	٨٣ر٠
نسبة الفضاء	٥٠ر٠
اتجاه النقطة عن مركز* المدينة	٤٥ر٠
معدل ابتعاد المباني عن بعضها	٢٦ر٠
درجة الحرارة **	ــ٩٢ر٠
نسبة المباني الاسمنتية	ــ٥٢ر٠
نسبة المساحة المغطاه بالمباني	ــ٣٤ر٠
الكثافة السكانية	ــ٣١ر٠
المساحة المعبدة	ــ٢٦ر٠

يوضح الجدول السابق ان اقوى العوامل تأثيرا على انخفاض الرطوبة النسبية هي درجة الحرارة ، ثم نسبة المباني الاسمنتية والمساحة المغطاه بالمباني والكثافة السكانية والمساحة المعبدة ، وهي امور تساعد على ارتفاع درجة الحرارة وبالتالي تنخفض الرطوبة النسبية نتيجة لذلك . اما العوامل التي تودى الى زيادة الرطوبة النسبية ، فهي الارتفاع عن سطح البحر ونسبة الفضاء واتجاه النقطة عن مركز المدينة وابتعاد المباني عن بعضها ، وهي جميعها عوامل تساعد على انخفاض درجة الحرارة وبالتالي زيادة الرطوبة النسبية .

ب ــ الرطوبة النسبية في الصيف (٣) :ــ

يوضح شكل (٩ ه) ان تأثير المدينة على الرطوبة النسبية في الصيف لا يختلف

---

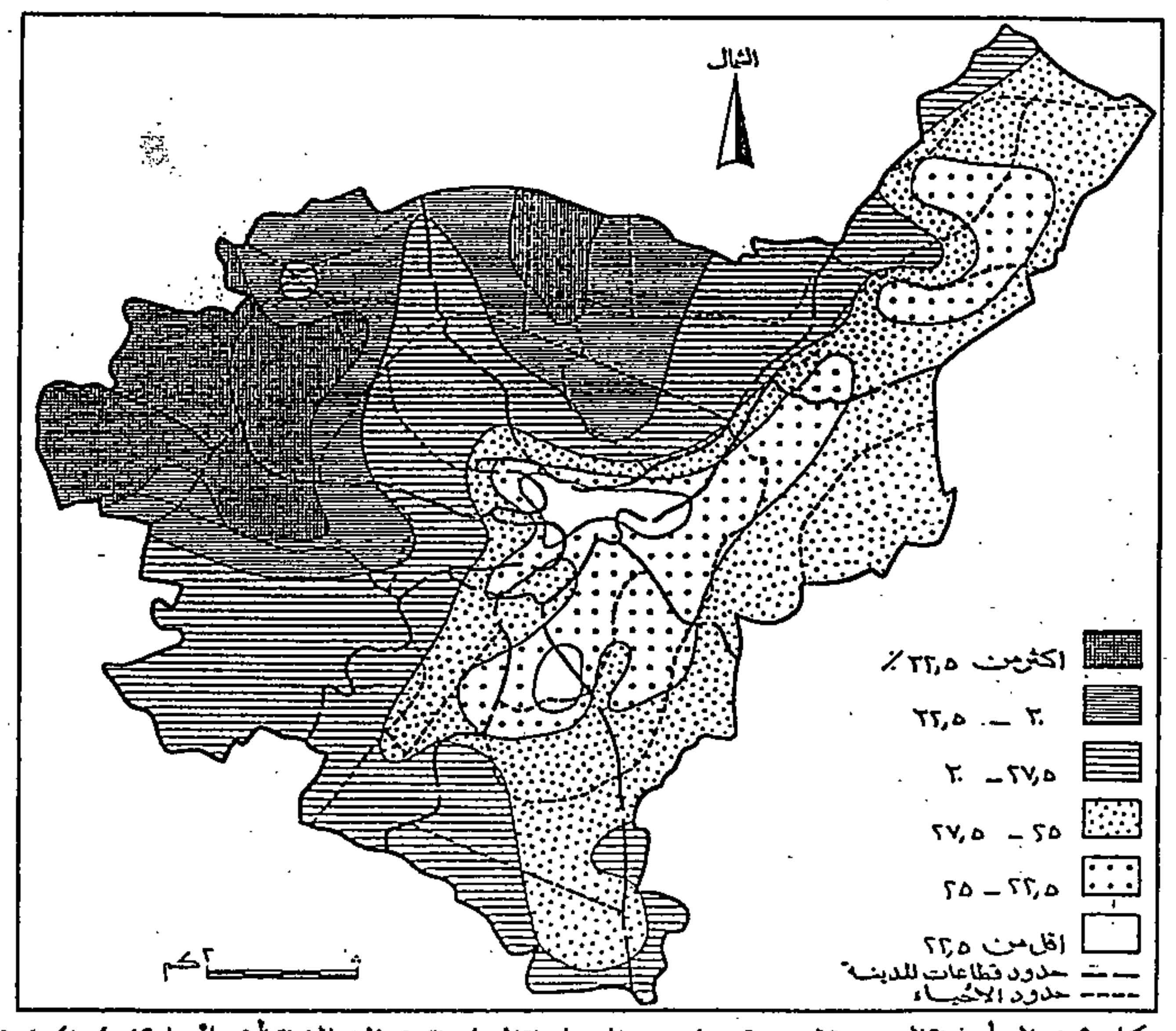
١ . استخلص هذا الجدول من مصفوفة الارتباط لنموذج الانحدار المتعدد الخطوات لقياس تم في الساعة ٥ر٣ ــ ٥ر٤ صباحا بتاريخ ١٩٨٥/١/٢١ .

٢ . لجميع الارتباطات دلالة احصائية على مستوى الثقة ٩٩٪ .

** درجة الحرارة هنا غير معدلة وهي درجة الحرارة الفعلية .

* اتجاه النقطة عن مركز المدينة هو بالدرجات ، فكلما زادت هذه الدرجات ارتفعت الرطوبة النسبية ، ويعني ذلك انها تزداد كلما اتجهنا نحو غرب وشمال المدينة وتقل كلما اتجهنا نحو الجنوب والشرق .

٣ . عند الكلام عن الرطوبة النسبية صيفا ، فيعني ذلك الرطوبة النسبية ما بين الساعة الثانية والثالثة ظهرا .



شكل ـ ٩ ـ الرطوبة النسبية لمدينة عمان بين الساعة الثانية والثالثة ظهراً* بتاريخ ١٩٨٤/٨/٨

*الباحث

عنه في الشتاء ، حيث يبدو ان اقل مناطق المدينة رطوبة هي المناطق نفسها التي كانت في الشتاء ، الا ان هناك بعض الاختلافات في الصيف واهمها مايلي :-

١٠ قلت الرطوبة النسبية لمركز المدينة عنها في اطرافها في الصيف اكثر من الشتاء ، ولعل السبب في ذلك يعود الى ان مركز الجزيرة الحرارية يكون قريبا في الصيف من وسط المدينة في حين يكون مبتعدا عنه في الشتاء وقريبا من المناطق المكتظة بالعمران والسكان ٠

٢٠ يزداد تأثير المناطق الصناعية على تخفيض الرطوبة النسبية في النهار اكثر منه في الليل ، وقد يعود ذلك الى زيادة تأثير المناطق الصناعية على رفع درجات الحرارة في النهار عندما يكون العمل بها مستمرا ، بينما يكون متوقفا في معظمها في ساعات الصباح الاولى الامر الذى يؤدى الى قلة تأثيرها على درجة الحرارة والرطوبة النسبية في تلك الساعات ٠

٣٠ تكون زيادة الرطوبة النسبية في اطراف المدينة عنها في وسطها اقل في النهار (جدول ٥٠) مما هي عليه في الليل * ، ويعود السبب في ذلك الى زيادة تأثير المدينة على درجة الحرارة الصغرى اكثر من تأثيرها على درجة الحرارة

جدول (٥٠) زيادة معدل الرطوبة النسبية الصغرى لاطراف المدينة عنها في وسطها .

المحور	اتجاهه	الفرق في الرطوبة النسبية في وسط المدينة واطرافها
ماركا	شمال شرق	٤
الاذاعة	جنوب	٥
الجامعة	شمال غرب	٩
جبل عمان	غرب	٩

العظمى ، وبالتالي يكون تأثير المدينة على الرطوبة النسبية العظمى اكثر من تأثيرها على الرطوبة النسبية الصغرى ٠ واهم العوامل التي تؤثر على الرطوبة النسبية في النهار هي مايلي (جدول ٥١) :-

* للمقارنة ، انظر جدول (٤٨ ، ٥٠) .

جدول (٥١) اهم العوامل التي تؤثر على الرطوبة النسبية ما بين الساعة الثانية والثالثة ظهرا في الصيف .

المتغيــــــــــر	الارتباط البسيط
الارتفاع عن سطح البحـــــر	٣٦ر٠
نسبة الفضـــــــــاء	٤٧ر٠
اتجاه النقطة عن مركز المدينة	٢٢ر٠
ابتعاد المباني عن بعضهـــا	٠٨ر٠
كثافة الاشجـــــار	٤٥ر٠
درجة الحـــــرارة	ـــ٦٨ر٠
نسبة المباني الاسمنتيـــــة	ـــ٢٤ر٠
نسبة المساحة المغطاة بالمباني	ـــ٠٧ر٠
الكثافة السكانيـــــة	ـــ٢٢ر٠
المساحة المعبـــــدة	ـــ٤٤ر٠

١ . اكثر العوامل التي تؤدى الى زيادة الرطوبة النسبية في النهار ، هي نسبـــة الفضاء وكثافة الاشجار ، بسبب قلة الاسطح المعبدة وزيادة عملية التبخر والنتح ، ونتيجة لذلك تنخفض درجة الحرارة هناك .

٢ . تعدّ زيادة درجة الحرارة والمساحة المعبدة من اكثر العوامل تأثيرا على انخفـاض الرطوبة النسبية في النهار ، فكلما زادت المساحة المعبدة قلت السطوح المعرضة للتبخر وزادت القدرة الامتصاصية للاشعة الشمسية ، ولذا ترتفع درجة الحـــرارة هناك .

ثانيا : تأثير المدينة على سرعة الرياح :ـ

اثبتت القياسات المختلفة التي جرت لمعرفة تأثير المدينة على سرعة الرياح ، بأنها اقل في المدينة عما هي عليه في الريف ، ويرجع ذلك الى التعديلات الكبيرة التـي ادخلتها المدن على سرعة الرياح ، فزيادة خشونة سطحها بسبب ازدحام مبانيهـــا وتعدد طوابقها يعمل على خفض سرعة الرياح ، واهم هذه التعديلات هي :ـ

أ ـ سرعة الرياح في ساعات الظهر ، صيفا :ـ

يوضح جدول (٥٢) بوجـــود علاقة طردية* بين سرعة الرياح من جهـــة

* للمزيد من الايضاح ، انظر الفصل الرابـــع ، شكل (٥٢) .

وابتعاد المباني عن بعضها والبعد عن مركز المدينة وعرض الشارع من جهة اخــــرى ، بينما تقل سرعة الرياح كلما زادت الكثافة السكانية وارتفعت المباني واتسعت المسافــة التي تشغلها وزادت كثافة الاشجار وكان اتجاه الشارع متعامدا مع اتجاه الرياح ٠

جدول (٥٢) (١) معامل الارتباط بين سرعة الرياح وبعض العوامل التي تؤثر عليها في الساعة الثانية الى الثالثة ظهرا بتاريخ ١٧/٨/١٩٨٤ ٠

المتغيــــــــر	معامل الارتباط البسيط
ابتعاد المباني عن بعضهـــا	٠ر٧٠
الابتعاد عن مركز المدينــة	٠ر٥٧
عرض الشـــــارع	٠ر٤١
الكثافة السكانيـــــة	ــ٠ر٤١
نسبة المساحة المغطاه بالمباني	ــ٠ر٤١
ارتفاع المبانـــــي	ــ٠ر٤٠
مقدار الزاوية التي تعملهـــا الرياح مع اتجاه الشـــارع	ــ٠ر٣٨
كثافة الاشجـــــار	ــ٠ر١٤

واهم مايستنتج من الجدول ايضا ان خشونة سطح المدينة هو العامـــل الرئيسي في خفض سرعة الرياح ، فأهم العوامل التي تؤدي الى زيادة سرعة الريـــاح هي ابتعاد المباني عن بعضها ، في حين تعد المساحة التي تغطيها المباني والكثافة السكانية من اقوى العوامل تأثيرا على تخفيض سرعتها ٠ كما يوضح الجدول ان سرعــة الرياح تزداد بالابتعاد عن مركز المدينة والاقتراب من الضواحي ، بسبب ابتعاد المبانـــي وزيادة مساحة الفضاء بهذا الاتجاه ٠

ب ــ سرعة الرياح في ساعات الصباح الاولى شتاء :ــ

يوضح جدول (٥٣) ان العوامل التي تؤثر على زيادة او تناقص سرعـــة الرياح في ساعات الصباح هي نفسها التي اثرت عليها في ساعات الظهر ، الا ان هنـــاك بعض الاختلافات لتأثيرها على سرعة الرياح في النهار عنه في الليل ٠ حيث يقـــل

---

١ ٠ لجميع الارتباطات دلالة احصائية على مستوى الثقة ٩٩٪ باستثناء كثافة الاشجـــار حيث يبلغ دلالة ارتباطها ٨٠٪ حسب اختبار t ٠

جدول (٥٣) (١) معامل الارتباط بين سرعة الرياح وبعض العوامل التي تؤثر عليها بين الساعة الثالثة والنصف والرابعة والنصف صباحا بتاريخ ١٩٨٥/١/٢١ ٠

المتغير	الارتباط البسيط
ابتعاد المباني عن بعضها	٥٠ر٠
الابتعاد عن مركز المدينة	٤٢ر٠
عرض الشارع	٤٨ر٠
الكثافة السكانية	ـ٤٦ر٠
نسبة المساحة التي تغطيها المباني	ـ٤٥ر٠
ارتفاع المباني	ـ٢٧ر٠
مقدار الزاوية التي تعملها الرياح مع اتجاه الشارع	ـ٤٥ر٠
كثافة الاشجار	ـ٢٦ر٠

الارتباط الايجابي في الليل بين سرعة الرياح والبعد عن مركز المدينة عنه في النهار ، فقد بلغ معامل الارتباط بينهما حوالي ٤٢ر٠ و ٥٧ر٠ في الليل والنهار على التوالي مما يؤكد لنا ان دور المدينة على تخفيض الرياح المعتدلة السرعة يكون اكثر من تأثيرها على الرياح الهادئة *، ويعني ذلك ان تأثير خشونة سطح المدينة يكون اكبر كلما زادت سرعة الرياح ٠ وهذه النتيجة هي نفسها التي توصل اليها شاندلير عام ١٩٦٥ في دراسته لتأثير مدينة لندن على سرعة الرياح (٢) ٠ والدليل على ذلك ان مقدار الارتباط بين سرعة الرياح وارتفاع المباني كان اكبر في الرياح المعتدلة عنه في الرياح الهادئة حيث بلغ على التوالي ـ ٤٠ر٠ ، ـ ٢٧ر٠ (جدول ٥٣،٥٣) ، كما ان

---

* بلغت سرعة الرياح في مطار عمان مابين الساعة الثانية والثالثة ظهرا بتاريخ ١٩٨٤/٨/١٧ ١٥ عقدة في حين بلغت مابين الساعة الثالثة والنصف والرابعة والنصف صباحا بتاريخ ١٩٨٥/١/٢١ ١٠ عقدة ٠ وحسب جدول بيفورت فان الرياح المعتدلة هي التي تتراوح سرعتها ١١ ـ ١٦ عقدة حيث تثير الاتربة وتتطاير أوراق الاشجار ، بينما تتراوح سرعة الرياح الهادئة مابين ٧ الى ١٠ عقدة حيث يتلخص تأثيرها على تحريك رايات الاعلام ٠

١٠ لجميع الارتباطات دلالة احصائية على مستوى الثقة ٩٩٪ ٠

٢٠ Technical not, No. 134 , Op.Cit, pp. 67-68.

تأثير ابتعاد المباني على زيادة سرعة الرياح المعتدلة اكبر من تأثيرها على الرياح الهادئة ، فقد بلغ معامل ارتباطهما مع ابتعاد المباني حوالي ٧٠ر٠ و ٥٠ر٠ على التوالي . وهكذا فان زيادة خشونة السطح في المدينة وارتفاع مبانيها وتعدد طوابقها يعمل على تخفيض سرعة الرياح ، مما يؤدى الى زيادة اخطار التلوث وتركزه في المدن .

ثالثا : اثر المدينة على الانقلابات الحرارية .

تتأثر قيعان الاودية في المدينة ببعض الانعكاسات الحرارية (Temperature inversions) ، وخاصة في الليالي الباردة والصافية . فبعد ان تغرب الشمس ويبرد سطح الارض ، فان الهواء الموجود على سفوح الجبال وقممها يبرد اسرع من غيره فيزداد جذب الارض له ، حيث يكون باردا وثقيلا ، ويهبط من تلك السفوح الى قيعان الاودية والاحواض المنخفضة ويتراكم فيها ، ولهذا تنخفض درجات الحرارة في تلك الاودية ويتكون في تلك الليالي انقلاب حرارى يمتد من قاع الوادى الى اعلاه [١] . وقد قام الباحث باجراء قياسين احداهما في ليلة باردة والسماء فيها صافية والرياح خفيفة ، والآخر في ليلة تكوّن فيها الصقيع وكانت الارض مازالت تغطيها بقايا الثلوج التي تساقطت على المدينة قبل اجراء القياس بثلاثة ايام ، وقد تميزت ليلة القياس هذه بتغطية السماء جزئيا بالغيوم المرتفعة وكانت الرياح فيها ساكنة * ، وتتلخص نتائج هذين القياسين في (جدول ٥٤) :-

تعمل الرياح الخفيفة ** على نمو الانعكاس الحرارى وزيادة حدته (شكل ٦٠) اكثر مما لو كانت الرياح ساكنة ** (شكل ٦١) ، والسبب في ذلك ان زيادة سرعتها تساعد على انزلاق كميات كبيرة من الهواء من اعالي السفوح الجبلية الى بطون الاودية وقيعانها ، حيث تصبح الوديان عندئذ مجمعا للهواء البارد ، الذى يعمل على طرد الهواء الدافئ الاقل كثافة والذى يحتضن بطونها الى اعلى ، ويندفع جزء منه الى المنحدرات العليا ، مما يساعد على رفع درجة الحرارة كلما ارتفعنا من بطون الاودية الى السفوح الجبلية المحدقة بها . وتساعد ارتفاع الرطوبة النسبية ونسبة تغطية السماء بالسحب على الحد من نمو الانعكاس الحرارى وتطوره شكل (٦١) ، وذلك بسبب حفظهما للاشعاع الارضي وقلة هروبه الى الفضاء .

---

١ . للمزيد عن الانقلابات الحرارية انظر: نعمان شحادة ، علم المناخ ، ص ص ١١٠ - ١١٢ .

* للمزيد عن كيفية اجراء القياسين انظر المنهجية ص ص ٤٧ - ٤٨ .

** بلغ معدل سرعة الرياح لجميع نقاط القياس في الليلة الاولى ١ عقدة والرطوبة النسبية ٦٨٪ بينما بلغ معدل سرعة الرياح في الليلة الثانية اقل من ٥ر٠ عقدة والرطوبة النسبية حوالي ٨٧٪ .

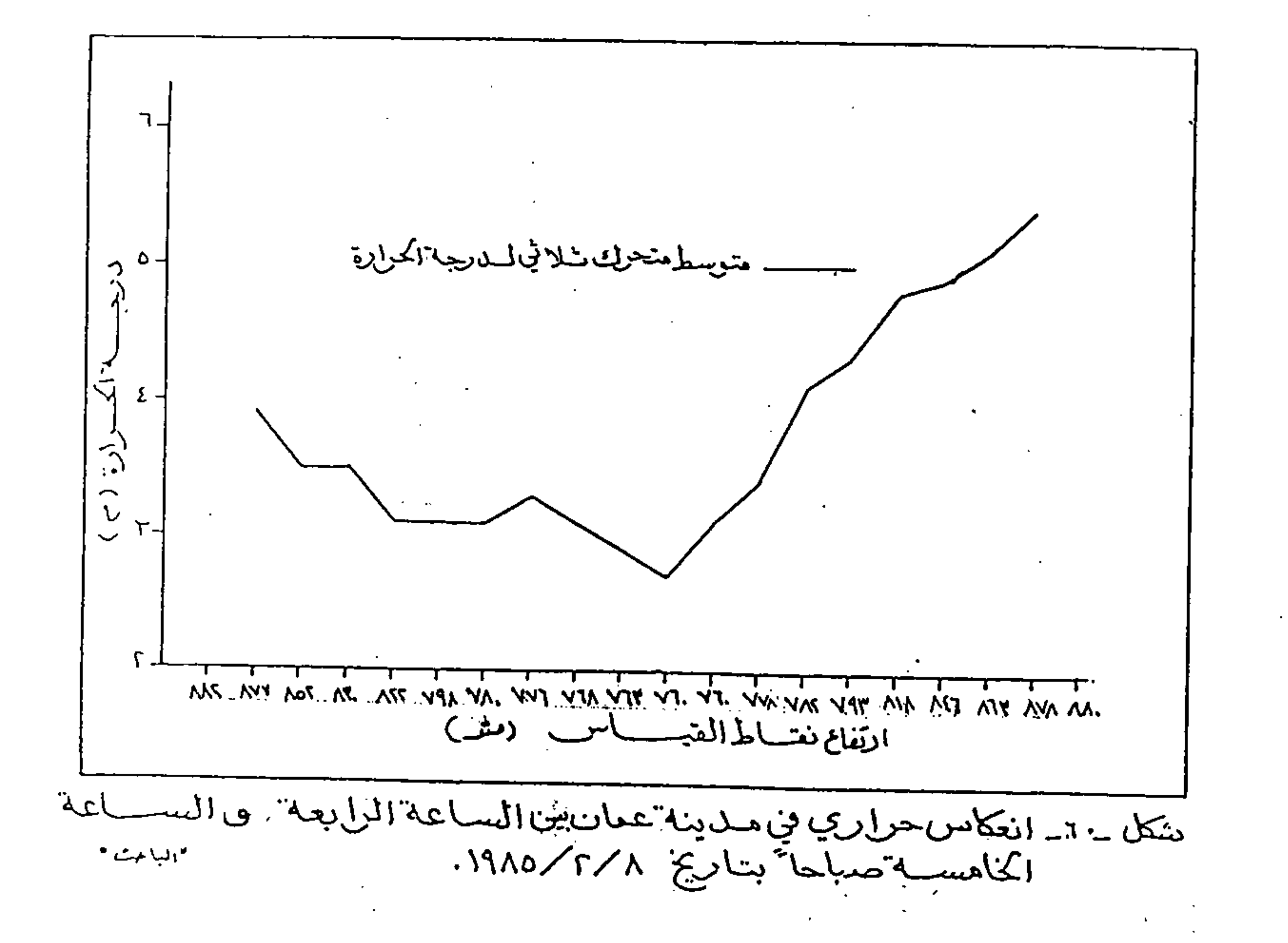
جدول (٥٤) درجة الحرارة المقاسة في مدينة عمان ، مابين الساعة الرابعة
الى الخامسة صباحا بتاريخ ١٩٨٥/٢/٨ و ١٩٨٥/٣/١ .*

رقم النقطة	ارتفاع النقطة عن سطح البحر	ليلة صافية وباردة والرياح خفيفة (١)		ليلة باردة والسماء مغطاه جزئيا بالغيوم والرياح ساكنة (٢)	
		درجة الحرارة (م°)	متوسط ثلاثي متحرك لدرجة الحرارة	درجة الحرارة (م°)	متوسط ثلاثي متحرك لدرجة الحرارة
١	٨٨٢	٣ر٤	—	٠ر٦	—
٢	٨٧٧	٤ر٣	٩ر٣	-٠ر٨	٠ر١
٣	٨٥٢	٩ر٣	٥ر٣	٠ر٤	٠ر٠
٤	٨٣٠	١ر٣	٥ر٣	٠ر٣	٠ر٤
٥	٨٢٢	٤ر٣	١ر٣	٠ر٦	٠ر٤
٦	٧٩٨	٧ر٢	١ر٣	٠ر٣	٠ر٥
٧	٧٨٠	٣ر٣	١ر٣	٠ر٦	٠ر٥
٨	٧٧٦	٣ر٣	٣ر٣	٠ر٧	٠ر٦
٩	٧٦٨	٣ر٣	١ر٣	٠ر٥	٠ر٥
١٠	٧٦٣	٨ر٢	٩ر٢	٠ر٣	٠ر٢
١١	٧٦٠	٧ر٢	٧ر٢	-٠ر١	٠ر٢
١٢	٧٦٠	٧ر٢	١ر٣	٠ر٣	٠ر٣
١٣	٧٧٨	٩ر٣	٤ر٣	٠ر٨	٠ر٧
١٤	٧٨٢	٦ر٣	١ر٤	١	١

* للمزيد عن كيفية اجراء القياسين انظر المنهجية ص ص ٤٧ــ٤٨ .
١. بتاريخ ١٩٨٥/٢/٨ .
٢. بتاريخ ١٩٨٥/٨/١ .

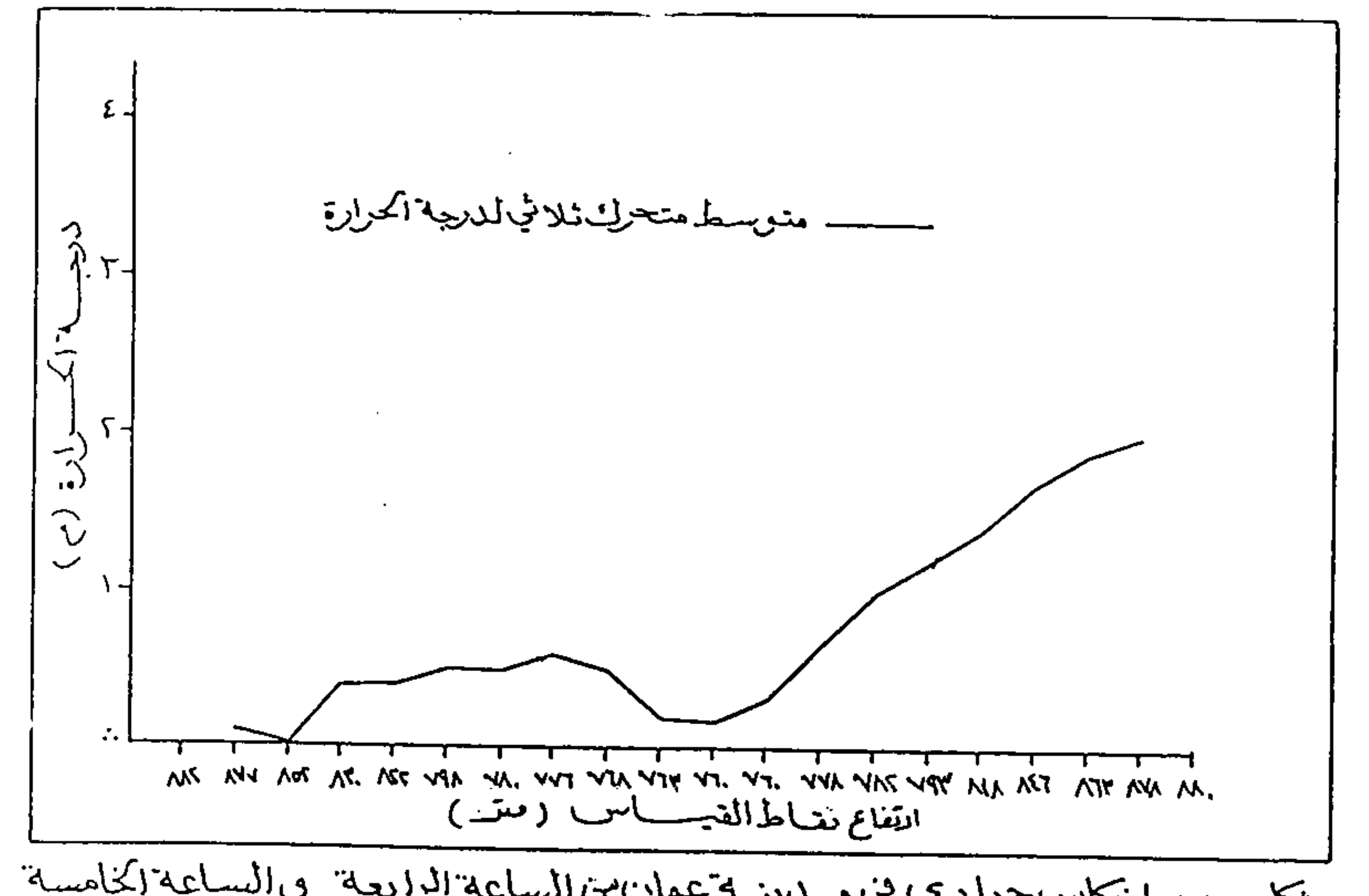
تابع جـــــدول (٥٤)

رقم النقطة	ارتفاع النقطة عن سطح البحر	ليلة صافية وباردة والرياح خفيفة		ليلة باردة والسماء مغطاة جزئيا بالغيوم والرياح ساكنة	
		درجة الحرارة (م°)	متوسط ثلاثي متحرك لدرجة الحرارة	درجة الحرارة (م°)	متوسط ثلاثي متحرك لدرجة الحرارة
١٥	٧٩٣	٤ر٧	٤ر٣	١ر١	١ر٢
١٦	٨١٨	٤ر٧	٤ر٨	١ر٤	١ر٤
١٧	٨٤٦	٤ر٩	٤ر٩	١ر٧	١ر٧
١٨	٨٦٣	٥ر١	٥ر١	١ر٩	١ر٩
١٩	٨٧٨	٥ر٤	٥ر٤	٢	٢
٢٠	٨٨٠	٥ر٦	—	٢	—



شكل ـ ٦٠ـ انعكاس حراري في مدينة "عمان بين الساعة "الرابعة" و الساعة الخامسة "صباحا" بتاريخ ٨/٢/١٩٨٥.

"الباحث"



شكل - ٦١ - انعكاس حراري في مدينة عمان بين الساعة الرابعة والساعة الخامسة صباحاً بتاريخ ١/٣/١٩٨٥.
"الباحث"

ويوضح شكل (٦٠) ان درجات الحرارة تزداد بالصعود الى المنحدرات العليا في الشارع الثالث * (المصدار) عنها في المنحدرات العليا للشارع الأول (حي نزال)، ولعل السبب في ذلك يعود الى ما يلي :-

١. ترتفع الكثافة العمرانية والسكانية بالصعود الى المصدار عنها في حي نزال، حيث تزداد درجة الحرارة في الجهات الاكثر كثافة وتنخفض في المناطق الاقل كثافة.
٢. يقل عرض الشارع في المصدار عنه في حي نزال، وكان شارع المصدار متعامدا على اتجاه الرياح، في حين كان شارع حي نزال موازيا لاتجاهها في تلك الليلة **، ونتج عن ذلك ارتفاع درجة الحرارة بالصعود الى المصدار عنها في حي نزال.
٣. تقل درجة الانحدار في شارع المصدار عنها في شارع نزال، الامر الذى ساعد على زيادة سرعة الرياح في شارع نزال فانخفضت درجة حرارته عنها في شارع المصدار.
٤. الصعود من رأس العين حتى قمة جبل حي نزال اكثر استقامة (الشكل الذى يغلب عليه هو الخط الرأسي !) بالمقارنة مع الصعود من جسر المهاجرين حتى مخيم الوحدات (الشكل الذى يغلب عليه هو الخط المتكسر)، مما يؤدى الى القول ان الشوارع المستقيمة تساعد على زيادة سرعة الرياح وانخفاض درجة الحرارة، بينما تعمل الشوارع المتكسرة على اعاقة سرعة الرياح وزيادة درجة الحرارة.
٥. توجد علاقة طردية بين درجة الحرارة والارتفاع الى المنحدرات العليا، ولكنها اقوى في الليالي *** ذات الرياح الخفيفة والسماء الصافية والرطوبة النسبية القليلة عنها في الليالي **** ذات الرياح الساكنة والرطوبة النسبية المرتفعة والسماء المغطاه جزئيا بالغيوم. ويوضح شكل (٦٢) ان معدل زيادة درجة الحرارة بالارتفاع يساوى ٤ر م° لكل ١٠٠ متر عندما كانت الرياح خفيفة، بينما يبلغ ٦ر م° لكل ١٠٠ متر عندما كانت الرياح ساكنة.

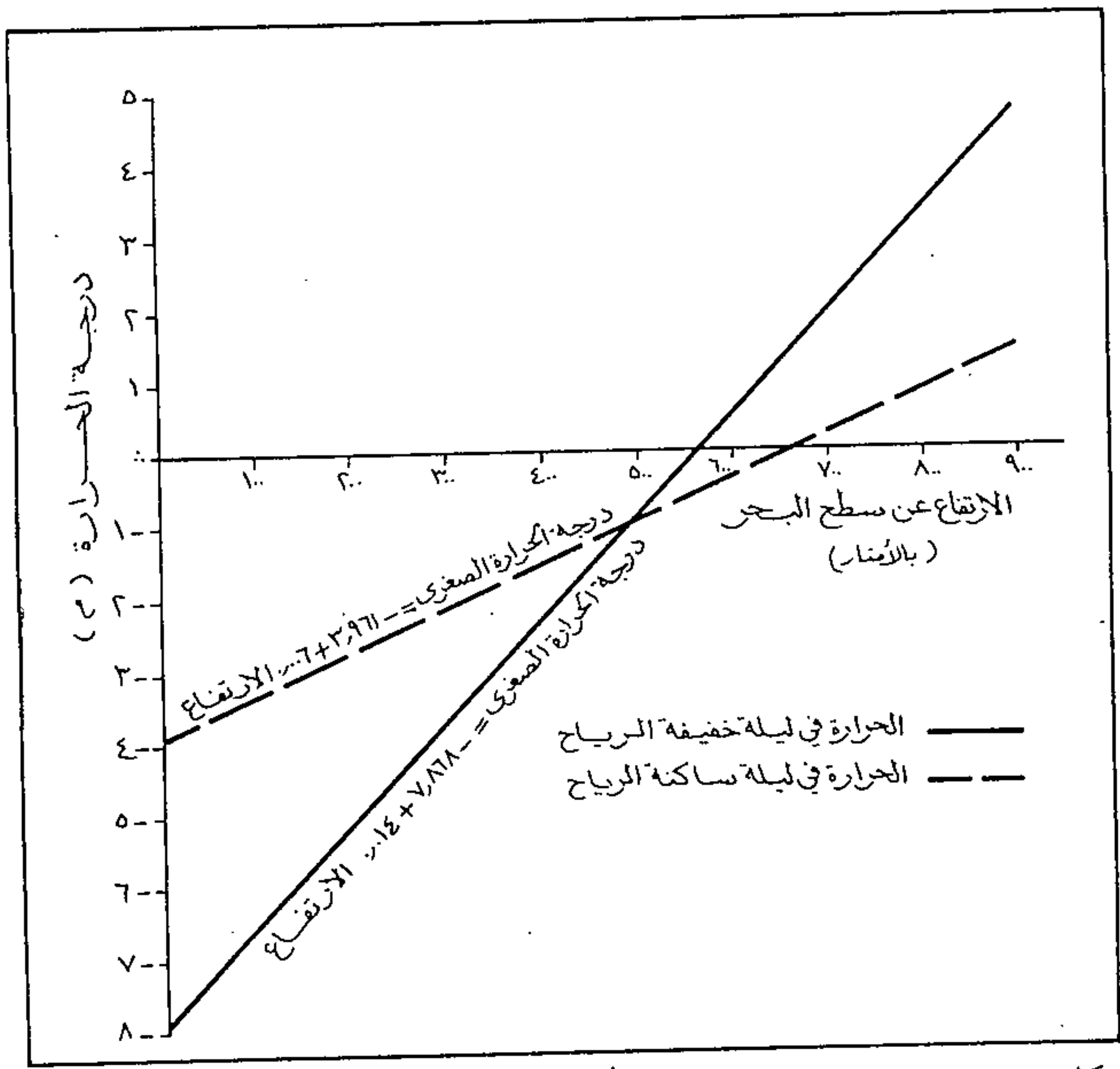
---

* لمعرفة هذه الشوارع انظر المنهجية

** كانت الرياح الغربية هي السائدة في تلك الليلة، ويغلب على شارع المصدار الاتجاه من الشمال الى الجنوب، بينما يغلب على شارع حي نزال الاتجاه من الغرب الى الشرق.

*** بلغ الارتباط البسيط في تلك الليلة بين درجة الحرارة والارتفاع عن سطح البحر، حوالي ٦٩ر. وبتفسير مقداره ٤٨٪.

**** بلغ معامل الارتباط البسيط في تلك الليلة بين درجة الحرارة والارتفاع عن سطح البحر، حوالي ٣٩ر. وبتفسير مقداره ١٣٪.



شكل -٦٢- العلاقة بين الارتفاع عن سطح البحر ودرجة الحرارة الصغرى في مدينة عمان
(انقلابات حراريان)

" الباحث "

١. يزداد الفرق في درجة الحرارة بين المدينة واطرافها في الشتاء والليل اكثر منه في النهار والصيف ، ويكون تأثير المدينة على درجة الحرارة الصغرى اكثر من تأثيرها على درجة الحرارة العظمى ، فقد بلغ معدل الفرق بين المدينة واطرافها شتاء حوالي ٤°م لدرجة الحرارة الصغرى ، وصيفا ٢°م لدرجة الحرارة العظمى .

٢. تكون الجزيرة الحرارية اكثر وضوحا في الليالي ذات السماء الصافية والرياح الساكنة حيث يبلغ معدلها حوالي ٤°م ، عنها في الليالي تتغطى فيها السماء بالغيوم وتزداد سرعة الرياح فلا يزيد معدلها في تلك الليالي عن ٨ر١°م .

٣. تبدو الجزيرة الحرارية شتاء كثر وضوحا في ساعات المساء عندما تكون وسائل التدفئة مازال العمل بها مستمرا وتكون المباني في بثها للطاقة الحرارية في ذروتها حيث تبلغ الجزيرة الحرارية حوالي ٥ر٤°م ، بينما تقل في الساعات الاولى من الصباح فلا تزيد عن ٥ر٣°م .

٤. تكون الجزيرة الحرارية صيفا اكثر وضوحا في الايام التي تنخفض فيها درجة الحرارة ، عنها في الايام التي تكون فيها اشعة الشمس ساطعة ودرجة الحرارة مرتفعة .

٥. يزداد الفرق في درجة الحرارة بين المدينة واطرافها في الايام التي ترتفع فيها كثافة المواصلات كأيام السبت والخميس ، ويقل في ايام العطل كالجمعة مثلا . فقد اثبتت نتائج الانحدار المتعدد الخطوات بأن كثافة المواصلات يوم الخميس هي العامل الرئيسي في تفسير التباين في درجة الحرارة للمدينة ، في حين كانت كثافة المواصلات يوم الجمعة هي العامل الحادي عشرة من بين جميع العوامل الطبيعية والبشرية التي ادخلت في هذا النموذج .

٦. يزداد تأثير العوامل البشرية على تباين درجة الحرارة وزيادتها في المدينة عن اطرافها اكثر في الليل والشتاء عنه في النهار والصيف .

٧. يقع مركز الجزيرة الحرارية في النهار صيفا ، بالقرب من وسط المدينة حيث الشوارع الضيقة وكثافة المواصلات المرتفعة ، اما في الليل شتاء ، فيبتعد مركز الجزيرة الحرارية عن وسط المدينة بمسافة تبلغ ١كم اتجاه الجنوب بمحصلة للزحزحة مقدارها ١٨٢° ويقترب من اعلى مناطق المدينة بالكثافة المكانية والعمرانية .

٨. يميل الاتجاه العام صيفا لدرجة الحرارة العظمى نحو التزايد بالاتجاه من الغرب الى الشرق ومن الشمال الى الجنوب ، اما في الشتاء فيعتمد النمط العام لدرجة الحرارة الصغرى على سرعة الرياح واتجاهها ، فيميل الى التزايد

بالاتجاه من الشرق الى الغرب ومن الشمال الى الجنوب اذا كانت الرياح ساكنة ، اما اذا زادت سرعتها عن ٤ عقدة في الساعة فتزداد درجة الحرارة نتيجة لذلك في المناطق المعاكسة لاتجاه الرياح وتنخفض في المناطق التي تقع في مهبها .

٩ . تتناقص درجة الحرارة العظمى بالابتعاد عن وسط المدينة ، ويختلف معدل التناقص من ٢٠ر٠ °م / كم نحو الشرق الى ٢٤ر٠ °م / كم بالتوجه نحو الغرب و ٠٦ر٠ °م / كم نحو الشمال و ٠٣ر٠ °م / كم نحو الجنوب . اى ان معدل التناقص يزداد في الجهات الغربية عنه في الجهات الشرقية وفي الجهات الشمالية عنه في الجنوبية .

١٠ . تتناقص درجة الحرارة الصغرى في الشتاء ، كلما ابتعدنا عن وسط المدينة نحو اطرافها . ويتراوح معدل التناقص في الليالي ذات الرياح الساكنة بين ٥ر٠ °م / كم بالاتجاه نحو الشرق الى ٢٥ر٠ °م / كم نحو الغرب و ٥ر٠ °م / كم نحو الشمال ، اى ان معدل التناقص لدرجة الحرارة يكون في الجهات الشرقية والشمالية اكثر منه في الجهات الغربية والجنوبية .

١١ . توجد علاقة واضحة بين انماط استعمالات الارض في المدينة ودرجة حرارتها . حيث تزداد درجة الحرارة في المناطق الصناعية واينما تواجدت اعلى الكثافات السكانية والعمرانية وكثرت المباني الاسمنتية وزادت المساحات المعبدة ، وتقل كلما ازدادت مساحة الفضاء وكثافة الاشجار وغلبت الحجارة على معظم مواد البناء .

١٢ . تتناسب درجة الحرارة العظمى والصغرى تناسبا طرديا مع زيادة الكثافة السكانية والعمرانية وعدد المباني الاسمنتية والمساحات المعبدة وكثافة المواصلات والمساحات المبنية .

١٣ . تتناسب درجة الحرارة مع ارتفاع المباني تناسبا عكسيا في النهار ، وطرديا في الليل .

١٤ . تتناسب درجة الحرارة مع درجة الانحدار للسطح طرديا في النهار وعكسيا في الليل .

١٥ . تزداد درجة الحرارة العظمى والصغرى كلما كان اتجاه الشارع عاموديا على اتجاه الرياح ، وتنخفض كلما كان الشارع متوازيا مع اتجاهها .

١٦٠ يزداد تأثير عرض الشوارع سلبيا على درجة الحرارة الصغرى اكثر منه على درجة الحرارة العظمى ويعني ذلك ان تناقص درجة الحرارة العظمى بازدياد عرض الشوارع يكون اقل من تناقص درجة الحرارة الصغرى ٠

١٧٠ تزداد درجة الحرارة العظمى في السفوح الجبلية الشرقية والجنوبية وتقل في سفوحها الشمالية والغربية ٠ اما درجة الحرارة الصغرى فتنخفض في السفوح المقابلة لهبوب الرياح وتزداد في السفوح المعاكسة لهبوبها ٠

١٨٠ تزداد درجة الحرارة العظمى والصغرى بازدياد اقتراب المباني وازدحامها ٠

١٩٠ ترتفع سرعة الرياح صيفا وشتاء بالابتعاد عن وسط المدينة والتوجه نحو اطرافها ، كما وتتناسب سرعتها تناسبا طرديا مع ابتعاد المباني وعرض الشوارع وعكسيا مع الكثافة السكانية والمساحة المبنية وارتفاع المباني وكثافة الاشجار ومقدار الزاوية التي تعملها الرياح مع اتجاه الشارع ٠

٢٠٠ ترتفع الرطوبة النسبية العظمى والصغرى في المدينة في مناطقها الغربية والشمالية الغربية وتقل في الجهات الشرقية والجنوبية ، وتتفوق جميع اطراف المدينة في رطوبتها النسبية على وسط المدينة ولكن هذا التفوق يزداد في الليل ويقل في النهار ، اي يكون تأثير المدينة على قلة الرطوبة النسبية العظمى اكثر من تأثيرها على قلة الرطوبة النسبية الصغرى ٠

٢١٠ تتأثر المدينة وخاصة اوديتها ببعض الانعكاسات الحرارية في الليالي الباردة والصافية ويزداد ذلك كلما كانت الرياح خفيفة ويقل في الليالي ذات الرياح الساكنة او الهادئة ٠

التوصيـــــــات :ــ

ان من الممكن اعتمادا على نتائج هذه الدراسة التقدم بالتوصيات التالية لأخذها بعين الاعتبار في تخطيط مدينة عمان ، علما بأن هذه التوصيات مبنية علـــى اسس مناخية في الدرجة الاولى والقرارات التي تتخذ عادة تبنى على اسس ومعايـــر كثيرة يجب ان تكون الاسس المناخية جزءا منها :ــ

١ . التقليل بقدر الامكان من تدفق وسائل المواصلات المختلفة الى وسط المدينـــة وذلك عن طريق تحويل بعض مساراتها الى اطراف المدينة ، وان كان تدفقهـــا الى وسط المدينة امر لا بد منه فحبذا لو قلل من استعمال السيارات والباصات والاعتماد على القاطرات التي تتحرك في انفاق تحت الارض للحد من مشكلـــة التلوث وتقليل بثها للطاقة الحرارية .

٢ . التوسع في زراعة الاشجار وبخاصة في المناطق الشرقية والجنوبية من المدينـــة وزيادة اعداد شوارعها المشجرة ، شريطة أن تكون هذه الاشجار متساقطـــة الاوراق في المناطق الجنوبية والشرقية ودائمة الخضرة في الجهات الغربيـــة والشمالية .

٣ . تقليل عرض الشوارع في الجهات الشرقية والجنوبية من المدينة بقدر الامكـــان والسماح ايضا بزيادة ارتفاع المباني في تلك الجهات من اجل تقليل درجـــة الحرارة فيها صيفا والعمل على زيادتها في الشتاء ، آخذين بعين الاعتبـــار ان تكون غرف النوم في مباني تلك الجهات صيفا متجهة نحو الشمال او الشمـــال الغرب .

٤ . يفضل في المناطق الغربية والشمالية الغربية أن تتجه الشوارع من الشمال الـــى الجنوب لكي تكون عامودية على اتجاه الرياح السائدة وهي الغربية والشماليـــة الغربية ، للحد من سرعتها شتاء في تلك المناطق وزيادة درجة حرارتهـــا والتقليل من استهلاكها للطاقة لاغراض التدفئة ، اما في المناطق الشرقيـــة والجنوبية فيفضل هناك ان تتجه الشوارع من الغرب الى الشرق من اجـــل زيادة سرعة الرياح وخاصة في الصيف .

٥ . التوسع في بناء البيوت الحجرية في الجهات الشرقية والجنوبية واستخدام انسب المواد العازلة للحرارة من اجل تقليل كسبها للحرارة صيفا وفقدها شتاء .

٦ . زيادة اماكن الترفيه والتنزه في الجهات الشرقية والجنوبية عنها في الجهـــات الغربية والشمالية الغربية .

٧ . يستطيع الانسان ومن خلال معرفته البسيطة لقواعد علم الديناميكيا الحراريـــة (Thermodynamic) وخاصة فيما يتعلق بمعامل التوصيل والسعة الحراريـــة لمختلف مواد البناء ان يختار موادا مناسبة لمسكنه تجعله لا يتأثر كثيـــرا بالتقلبات في الطقس من ساعة الى اخرى او من يوم دافئ الى ليلة باردة .

٨٠ يفضّل ان تكون الواجهات الامامية للمباني متجهة نحو الجنوب او الجنوب الشرق حتى تمتص اكبر قدر ممكن من اشعة الشمس في الشتاء او ان تكون سقوف المباني ممتدة قليلا الى الخارج نحو الشرق والشمال الشرق حتى تحمي النوافذ والفتحات والجدران من اشعة الشمس في فصل الصيف ٠

٩٠ يجب الاستفادة من الطاقة الشمسية والحرارية بشكل افضل وخاصة في الجهات الجنوبية والشرقية من المدينة واستغلالها كمصدر للطاقة كالتوسع في اقامة السخانات الشمسية على سطوح المباني في تلك الجهات٠

١٠٠ يفضّل ان تأخذ دائرة الارصاد الجوية بعين الاعتبار زيادة محطات رصدها في عمان لكي تكون اكثر تمثيلا في قياسها لعناصر المناخ في المدينة ، فقد ثبت من نتائج هذه الدراسة أن درجة الحرارة مثلا تختلف في زيادتها او تناقصها اختلافا كبيرا في الكيلو متر الواحد سواء بالتوجه نحو الشرق او الغرب او من الشمال الى الجنوب٠

ثانيا — المراجع باللغة الاجنبية :ـ

1. Aida, M., 1982, " Urban aibedo as afunction of the urban structure - atow - dimensional ", Boundary Layer Meteorology, Vol. 23, No.4, pp. 415 - 424.

2. Bettwiler, J., 1970, " Deep Soil tempeture trend and urban effects at Paris ", Journal of Applied Meteorology, Vol. 9. pp. 178 - 180.

3. Bornstein, R.D., 1968, " Observations of urban heat island effect in New York City", Journal of Applied Meteorology, Vol. 7, No. 4, pp. 575 - 582.

4. Buchberg, H., 1968, " Role of climatological factors in predicting the thermal behaviour of buildinge " , Technical note, No. 109, pp. 111 - 120. (WMO , Geneva) .

5. Conrad, V., and Pallak, L.W., 1962, " Methods in Climatology, (Harvard university Press) .

6. Estournel, C., et al., 1983, " Obeservations and Modeling of down ward radiative / fluxes Solar and in frared in urban / Rural areas" , Journal of Climate and Applied Meteorology, Vol. 22, No.1, pp. 134 - 142 .

7. Fuggle, R.F., and Oke, T.R., 1970, " Infra - red flux divergence and the urban heat island" , Technical note, No. 108, pp. 70-79. (WMO, Geneva) .

8. Gates, D.M., 1972, " Man and his environment Climat".

9. Lawerce, E.N., 1971, " Urban Climates and day of the Week ", Atmospheric Environment, No. 5,pp.935-948.

10. Ludwig, L., 1970, " Urban temperature fields", Technical note, No. 108, pp. 80-109. (WMO. Geneva).

11. Matson, M. et. al., 1978, " Satellite detection of urban heat island" , Monthly Weather Review, Vol. 106, No. 12, pp. 1725 - 1733.

12. Mitchell, J.F., 1984, " The effects of Pollutants on globall Climate", The Meteorological Magazine, Vol. 13. No. 1338. pp. 1-15.

13. Morgan, D., et. al, 1977 " Microclimates within urban area ", ANNALS, Association of American Geographers, Vol. 67, No. 1, pp. 55-65.

14. Myroup, L.O., 1969, " Anumerical model of the urban heat island", Journal of Applied Meteorology, American Meteorology Socity, Vol.8, No.6, pp. 908 - 918 .

15. Nkemdirn, L.C., 1980, " Coldair drainge, and temperature field in an urban environment", Atmospheric Environment, Vol. 14, No.3, pp. 375-381.

16. Oke, T.R., 1973, " City size and the urban heat island", Atmospheric Environment, Vol. 7, No. 8, pp.769-779.

17. Oke, T.R., 1976, " The distinction between canapy and boundary layer urban heat island", Atmospheric Environment, Vol.14, No. 4, pp. 268 - 277.

The study consists of five chapters. The first chapter has been devoted to find out the consequesces induced by the large cities upon its climatical conditions especialy the radiation and heat balance, relative humidity and wind speed. It also included the concept of heat island, previous studies, in addition to that the main factors which help to create the heat island were discussed.

The second chapter deals with the importance of the study and its methodology. In the third chapter the climate of Jordan in general and Amman in particular has been discussed with more emphasis on the heat island of Amman in both Summer and Winter as well as marking out the distributional spatial pattern of Amman temperature in both Summer and Winter.

The resultes of the Multiple Regression Model in both Summer and Winter, and during the week days were contained in the fourth chapter. The chapter also included some comparison of the heat island in different times, Thursday versus Friday, day versus night, and Summer versus Winter.

The study has been concluded in the fifth chapter by specifying the main distoration created by the city on relative humidity and wind speed. The final chapter also included the extent of heat turbulence at cold nights on the city.

University of Jordan

Faculty of Arts

Geography

The Heat Island of Amman

by

Mahmod Issa Manasrah

ABSTRACT

This study discusses the heat island of Amman City . The main aims of the study are :

a) Determining the effects which imposed by the City upon its climatical conditions especialy increasing the temperature in the city in comparison with the rural srounding areas.

b) Specifying the alteration created by the city on its relative humidity and wind speed.

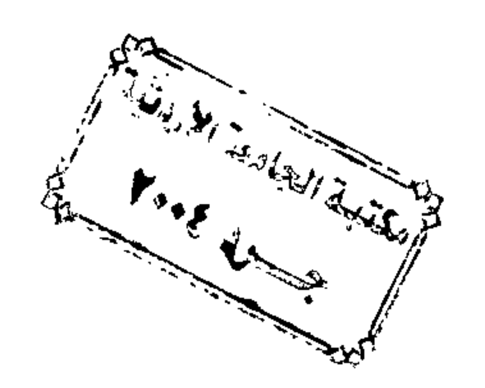
c) Serving the town planning by the usage of the study results.

In order to achieve the previous goals, the auther has measured most of the data used to define the heat island, He also has applied several statistical techniques such as Multiple Regression to determine the role of each variable in explaning the variation of temperature in Amman. Three types of the Trend Surface techniques were also applied in order to extract the distributinal spatial pattern of the city temperature.

THE UNIVERSITY OF JORDAN

FACULTY OF ARTS

DEPARTMENT OF GEOGRAPHY



THE HEAT ISLAND OF AMMAN

BY

Mahmöd I. M. MANASRAH

UNDER THE

SUPERVISON

OF PROFESSOR NU'MAN SHEHADEH

THIS THESIS HAS BEEN SUBMITTED

IN PARITAL FULFILLMENT OF

THE REQUIREMENTS FOR THE M.A

DEGREE IN GEOGRAPHY AT

THE FACULTY OF ARTS

UNIVERSITY OF JORDAN, 1985.